



CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO
COMUNE DI MONREALE



REGIONE SICILIA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL
COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC
PARI A 33,2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac)
DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

PROGETTO DEFINITIVO

PROCEDURA DI AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE di cui all'art. 12 del D.lgs 387/2003 - Linee Guida Decr. MISE 10/09/2010
PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PRESSO IL MITE
ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 ricompreso nell'art. 31, comma 6 del D.Lgs. 77/21.

ELABORATO:	CODICE IDENTIFICATIVO	REV
Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti	A.9	0
Scala	--	

COMMITTENTE:

Firma/timbro committente

X-ELIO+

X-ELIO VALLEFONDI S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II 349 00186 ROMA Tel. +39 06.8412640 – Fax +39 06.8551726
Capitale interamente versato € 10.000,00
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 16862961006 REA RM-1680337
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.
xeliovallefondisrl@legalmail.it

PROGETTAZIONE DELLE OPERE

Progettazione

**A176
LAB**
Think different project

A176LAB srl

Via Madonna dell'Alto mare n.23
91011 Alcamo (TP)
P.IVA 02812750814

Ing. Giovanni Gabellone



Consulenti specialistici

Studio agronomico – Dott. Agr. Mazzara Vito

Studio Geologico – Dott. Geol. Antonino Cacioppo

Progettista strutturale – Ing. Vincenzo Agosta

Nome file/doc		A.9 - Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti.docx				COD. DOCUMENTO
02						A.9
01						
00	05/10/2023	Prima emissione	A.BRUNO	G.LIPARI	G.GABELLONE	FOGLIO
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO	1 DI 112

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	2

INDICE

1. PREMESSA	4
2. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE	5
2.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI.....	5
2.2. DATI GENERALI IMPIANTO.....	9
3. DATI DI PROGETTO	11
3.1. MODULO 1 - DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE.....	11
3.2. MODULO 2 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA SUPERFICIE DI POSA.....	12
3.3. MODULO 3 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE.....	12
3.4. MODULO 4 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO.....	14
3.5. MODULO 5 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	14
3.6. MODULO 6 – DATI AMBIENTALI DEL SITO, DATI DI RILIEVO CLINOMETRICO E DIAGRAMMA DELLE OMBRE	16
3.7. MODULO 7 – NORMATTIVA DI RIFERIMENTO.....	21
4. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	24
4.1. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	24
4.1.1. <i>Moduli fotovoltaici</i>	28
4.1.2. <i>STRING BOX</i>	30
4.1.3. <i>Power Station PS</i>	33
4.1.4. <i>sistema di storage</i>	35
4.1.5. <i>Cabine di impianto</i>	39
4.1.6. <i>Quadro di parallelo BT</i>	41
4.1.7. <i>Trasformatore BT/AT</i>	41
4.1.8. <i>Interruttori di ALTA tensione</i>	43
4.1.9. <i>Quadri servizi ausiliari</i>	43
4.1.10. <i>Inverter</i>	43
4.1.11. <i>Trasformatore BT/BT</i>	46
4.1.12. <i>UPS per servizi ausiliari</i>	46
4.1.13. <i>Sistema centralizzato di comunicazione</i>	46
5. CALCOLO IMPIANTI AT	47
5.1. NORMATIVE E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	47
5.2. DATI PRINCIPALI.....	47
5.3. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO.....	49
5.4. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE.....	49
5.5. CALCOLO DELLE PORTATE.....	49
5.5.1. <i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i>	50
5.5.2. <i>Temperatura del terreno</i>	51
5.5.3. <i>Numero di terne per scavo</i>	51
5.5.4. <i>Profondità di posa</i>	51
5.5.5. <i>Resistività termica del terreno</i>	52
5.5.6. <i>Tabulati di calcolo</i>	52
6. CALCOLO IMPIANTI BT	54
6.1. TIPOLOGIA DI IMPIANTO.....	54
6.2. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI.....	55
6.3. ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE.....	56
6.4. PROTEZIONE CON INVOLUCRI E BARRIERE.....	56
6.5. CRITERIO DI STIMA DELL’ENERGIA PRODOTTA.....	56
6.6. CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA.....	57
6.8. VERIFICHE ELETTRICHE.....	59
6.8.1. <i>Campo PS1</i>	60



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.9

RELAZIONE TECNICA E CALCOLO
PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

3

6.8.2.	<i>Campo PS2</i>	62
6.8.3.	<i>Campo PS3</i>	64
6.8.4.	<i>Campo PS4</i>	66
6.8.5.	<i>Campo PS5</i>	68
6.8.6.	<i>Campo PS6</i>	70
6.8.7.	<i>Campo PS7</i>	72
6.9.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE 73	
7.	DATASHEET	74
7.1.	MODULI FOTOVOLTAICI	74
7.2.	POWER STATION.....	76
7.3.	SISTEMA DI STORAGE.....	77
7.4.	CAVI AT.....	78
7.5.	CAVI BT.....	79
7.6.	CAVI CC.....	79

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	4

1. PREMESSA

Nell'ambito del proprio piano di sviluppo industriale, la società **X-Elio Vallefondi s.r.l.** (d'ora in avanti "**X-Elio**" o il "**committente**") ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo agrivoltaico, su un sito ricadente nel territorio del Comune di Monreale, in provincia di Palermo.

L'impianto agri-voltaico e le opere di rete connesse, nel loro complesso, sono ubicati all'interno di una fascia di 25 Km del territorio del Comune di Monreale, località Vallefondi.

La presente relazione ha per scopo quello di illustrare il dimensionamento degli impianti elettrici relativi all'impianto fotovoltaico e alla connessione dello stesso alla rete elettrica di distribuzione in media tensione, nonché quello di individuare in modo univoco i materiali di cui si farà uso e le specifiche lavorazioni previste, conformemente alle direttive e alla normativa vigente.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	5

2. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE

2.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Il nuovo impianto agri-fotovoltaico in oggetto insisterà su un lotto di terreni siti nel territorio del Comune di Monreale (PA), dell'estensione complessiva di 79,28 ettari, di cui 59,78 ettari interessati dall'impianto e dalle sue opere accessorie.

Le realizzande opere di connessione alla rete elettrica del gestore ricadono nel territorio dello stesso Comune di Monreale (PA), .

Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 258_I_SO-ROCCHE DI RAO
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000 - foglio n°607070; foglio n°607080
- Fogli di mappa catastale :

Monreale fg.147	p.lle 29-26-114-94-96-281-272-99-103-98-101-27-57-64-61-199-200-173-174-60-59-201-202-203-11-84-74-77-83-224-159-184-86-183-14-13-155-222-223	Impianto fotovoltaico
Monreale fg.146	p.lle 118-120-201	Impianto fotovoltaico
Monreale fg.124	p.lle 833-188-149-901-229-902-28-832-185-830	Impianto fotovoltaico
Monreale fg.126	p-lle varie (strada esistente)	Cavidotto 36 kV
Monreale fg.127	p-lle varie (strada esistente)	Cavidotto 36 kV
Monreale fg.128	p-lle varie (strada esistente)	Cavidotto 36 kV
Monreale fg.147	p-lle varie (strada esistente)	Cavidotto 36 kV
Monreale fg.149	p-lle varie (strada esistente)	Cavidotto 36 kV
Monreale fg.150	p-lle varie (strada esistente)	Cavidotto 36 kV
Monreale fg.152	p-lle varie (strada esistente)	Cavidotto 36 kV
Monreale fg.128	p.lla 342	Nuova cabina utente 36kV
Monreale fg.128	p.lla 342	Nuova stazione elettrica Terna "Monreale 3"

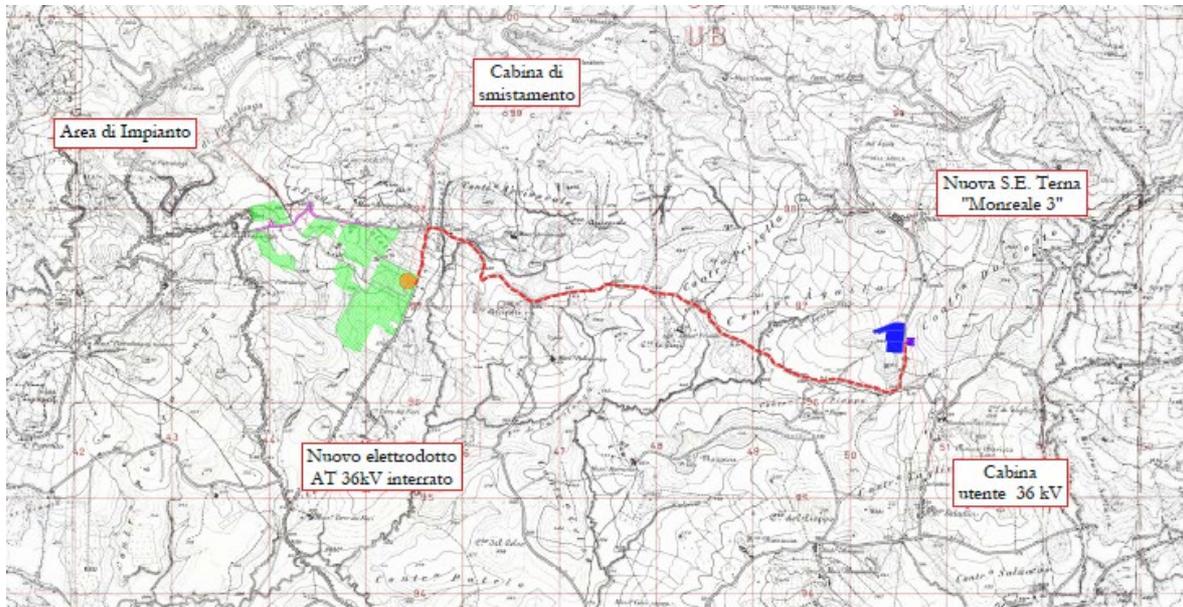


Figura 2 - Inquadramento impianto fotovoltaico su IGM 1:25.000



Figura 3 - Inquadramento Impianto FV su ortofoto

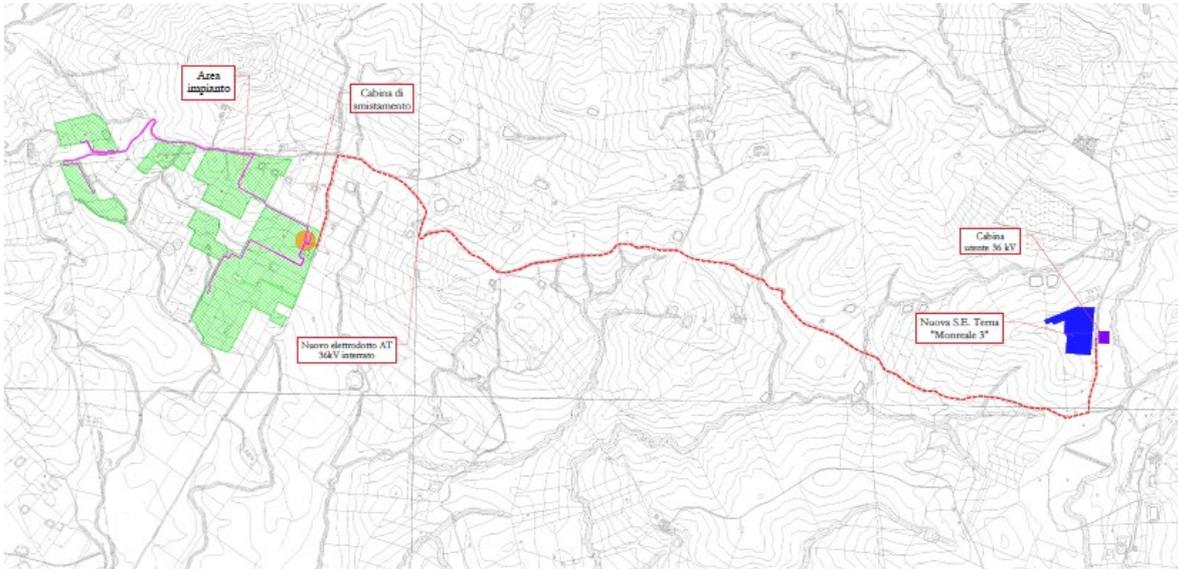


Figura 4 - Inquadramento Impianto FV su CTR – scala 1:10.000

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	9

2.2. DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto nel suo complesso è costituito dalle seguenti componenti:

- n. 48.832 moduli fotovoltaici, che saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo fisso, ancorate al terreno attraverso pali infissi;
- n. 111 string box, ubicati presso le strutture di sostegno moduli, la cui funzione è quella di raccogliere l'energia proveniente dalle stringhe, proteggendo le singole linee, e vettoriala verso gli inverter centralizzati presso le "Power Station";
- n. 7 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo hanno la duplice funzione di raccogliere l'energia elettrica proveniente dagli string box di campo e convertirla da continua in alternata, grazie alla presenza degli inverter centralizzati, in numero di 1-2 per ciascuna PS, ed al contempo elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra loro in entra-esce, su tre distinti rami in configurazione radiale dalla cabina principale di impianto denominata "cabina utente". Ciascuno dei tre rami trasporterà una potenza di 16,63 MWac Ramo A e una potenza di 9,98 MWac per il Ramo B, 6,65 MWac Ramo C, per un totale di 33,20 MWac, e convergeranno su un quadro AT a 36 kV presso la cabina di distribuzione MTR. Alle Power Station saranno convogliati i cavi provenienti dagli string box di campo, che raccolgono i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- una cabina generale di impianto, denominata "**Cabina di Smistamento**", presso la quale saranno presenti i quadri di alta tensione 36 kV per la protezione generale, la protezione di interfaccia e nella quale verranno convogliate le linee AT relative ai rami A, B e C che collegano le Power Station alla cabina generale di impianto e mediante una distribuzione di tipo radiale, la linea 36kV proveniente dal sistema di Storage, nonché servizi ausiliari di cabina e relativo collegamento con la nuova cabina 36kV.
- una linea interrata in alta tensione 36kV di collegamento fra la cabina di smistamento e la nuova cambina 36kV,
- una sistema di storage dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico, costituito da n.3 Power Station "BESS", di potenza di scarica massima pari a 7,85 MVA @30°C (6,34 MVA @50°C), a ciascuna delle quali sono connessi n. 8 container di batterie per l'accumulo di energia, ciascuno con capacità di accumulo pari a 3 MWh. Il sistema BESS così configurato avrà quindi una potenza di picco massima pari a 23,568 MVA @30°C (19,026 @50°C), con una capacità di accumulo complessiva pari a 72 MWh
- una linea interrata in alta tensione 36kV di collegamento fra la cabina genrale di impianto e la nuova "Cabina Utente 36kV", sita nei pressi della Stazione Terna denominata

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	10

“Monreale 3”

- una “Cabina utente 36kV”, presso la quale saranno presenti i quadri di alta tensione 36 kV per la protezione generale, nella quale verranno convogliate le linee AT dal parco fotovoltaico, le misure generali e le linee in partenza verso la nuova stazione Terna denominata “Monreale 3”;
- una linea interrata di collegamento in alta tensione 36kV di collegamento tra la nuova cabina utente 36kV e la cabina di Terna denominata “Monreale 3 “
-

L’impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall’impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

Come anticipato in premessa, ai fini della connessione alla rete di distribuzione dell’impianto fotovoltaico in progetto, la società promotrice ha richiesto e ottenuto dal gestore apposito preventivo di connessione identificato con codice **202101549**, condizionato all’autorizzazione, contestualmente alle opere di cui al presente progetto, delle opere necessarie per la connessione alla rete, sopra rappresentate, consistente nella realizzazione di una nuova stazione elettrica di smistamento (SE) in doppia sbarra denominata “Monreale 3” a 220/36 kV della RTN, da collegare in entra - esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico - Ciminna".

Tali opere di rete, rientrando negli interventi di adeguamento e/o sviluppo della rete di distribuzione e/o della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), risultano essere Opere di Pubblica Utilità.

Tali opere connesse, come indicato ai sensi dall’art. 1 octies della L. n.129/2010, costituiscono un unicum dal punto di vista funzionale con il progetto dell’impianto fotovoltaico in esame, e pertanto dovranno essere autorizzate in uno con lo stesso impianto fotovoltaico, ai sensi del D.lgs. 387/03, art. 12 commi 3 e 4bis.L’impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione). Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza potranno essere alimentati da un generatore temporaneo diesel di emergenza e/o da un sistema di accumulo ad esso connesso (attualmente non in progetto, sola previsione futura).Di seguito si riporta la descrizione sintetica dei principali componenti d’impianto; per maggiori informazioni di dettaglio si rimanda ai relativi elaborati specialistici.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	11

3. DATI DI PROGETTO

I dati riportati nel seguito risultano strutturati e suddivisi secondo quanto riportato nella Guida CEI 0-2 .

3.1. MODULO 1 - DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
1.1	Committente	X-ELIO VALLEFONDI S.R.L Corso Vittorio Emanuele II 349 00186 ROMA P.IVA: 16803061007 REA RM-1676722	
1.2	Contatto	-	
1.3	Estremi del progettista	A176LAB srl Via Madonna dell'Alto Mare n.23 91011 Alcamo (TP) P.IVA 02812750814	
1.4	Ubicazione	Comune di Monreale (PA)	
1.5	Scopo del lavoro	Realizzazione di un parco fotovoltaico su strutture fisse e mobili della potenza complessiva di 33,20 MW, collegato alle rete elettrica 36 kV, con nuova cabina di smistamento, collegata alla nuova cabina utente 36kV collegata alla Cabina Primaria AT "Monreale 3".	
1.6	Vincoli progettuali da rispettare	Impianto ricadente in Area agricola. Vedasi relazione generale del progetto definitivo Vedasi Studio Paesaggistico	
1.7	Informazioni di carattere generale	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. Presenza di ampie aree libere per lo stoccaggio dei materiali da costruzione.	

3.2. MODULO 2 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA SUPERFICIE DI POSA

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
2.1	Destinazione d'uso	Area agricola	
2.2	Superfici disponibili	Area complessiva lorda 79,28 ha (superficie recintata) Area impianto: 59,78 ha (area pannellata, compresa di opere accessorie e viabilità) Cabina di smistamento: all'interno dell'area di impianto	
2.3	Descrizione area	<input type="checkbox"/> Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. <input type="checkbox"/> Presenza di ampie aree libere per lo stoccaggio dei materiali da costruzione.	

3.3. MODULO 3 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>												
3.1	Latitudine, longitudine	COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84 <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIZIONE</th> <th>E</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Parco fotovoltaico</td> <td>344725</td> <td>4197330</td> </tr> <tr> <td>Nuova Cabina di smistamento</td> <td>345364</td> <td>4197058</td> </tr> <tr> <td>Nuova Cabina Utente 36 kV (Monreale 3)</td> <td>350457</td> <td>4196468</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIZIONE	E	N	Parco fotovoltaico	344725	4197330	Nuova Cabina di smistamento	345364	4197058	Nuova Cabina Utente 36 kV (Monreale 3)	350457	4196468	
DESCRIZIONE	E	N													
Parco fotovoltaico	344725	4197330													
Nuova Cabina di smistamento	345364	4197058													
Nuova Cabina Utente 36 kV (Monreale 3)	350457	4196468													
3.2	Altitudine	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIZIONE</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Parco fotovoltaico</td> <td>H=427 m</td> </tr> <tr> <td>Nuova Cabina di smistamento</td> <td>H=407 m</td> </tr> <tr> <td>Nuova Cabina Utente 36 kV (Monreale 3)</td> <td>H=578 m</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIZIONE	H	Parco fotovoltaico	H=427 m	Nuova Cabina di smistamento	H=407 m	Nuova Cabina Utente 36 kV (Monreale 3)	H=578 m					
DESCRIZIONE	H														
Parco fotovoltaico	H=427 m														
Nuova Cabina di smistamento	H=407 m														
Nuova Cabina Utente 36 kV (Monreale 3)	H=578 m														
3.3	Radiazione solare	Vedi tabella modulo 6													

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
3.4	Temperatura: <input type="checkbox"/> min/max all'aperto <ul style="list-style-type: none"> ▪ media del giorno più caldo ▪ media delle massime mensili ▪ media annuale 	<i>Vedi tabella modulo 6</i>	
3.5	Formazione di foschie/nebbie	Possibile	
3.4	Presenza di corpi solidi estranei: Presenza di polvere/sabbia:	SI SI	Prevedere un corretto grado di protezione (IP)
3.4	Presenza di liquidi: Tipo di liquido <ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilità di stillicidio ▪ Esposizione alla pioggia ▪ Esposizione agli spruzzi ▪ Possibilità di getti d'acqua ▪ Nebbia salina 	Acqua - SI - - SI	Prevedere il posizionamento delle apparecchiature elettriche in cabina protetta
3.5	Condizioni del terreno: Carico specifico ammesso (N/m ²) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Livello della falda freatica (m) ▪ Profondità della linea di gelo ▪ Resistività elettrica (\square m) ▪ Resistività termica del terreno 	Vedi Relazione geologica	
3.6	Ventilazione dei locali: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Naturale ▪ Forzata ▪ Naturale assistita da ventilazione forzata ▪ Numero di ricambi 	Locale quadri elettrici SI SI (locale trafo) SI (locale trafo) Come da specifiche produttore	
3.7	Dati di ventosità (UNI 10349): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Direzione prevalente: ▪ Media annuale: ▪ Massima velocità di progetto ▪ Pressione del vento 	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.8	Carico di neve	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.9	Effetti sismici	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.10	Livelli massimi di rumore	n.a.	
3.11	Condizioni ambientali speciali	Riferimento a specifiche progettuali	

3.4. MODULO 4 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
4.1	Tipo di intervento richiesto <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nuovo impianto ▪ Trasformazione ▪ Ampliamento 	SI NO NO	
4.2	Dati del collegamento elettrico <ol style="list-style-type: none"> 1. Gestore rete 2. Numero Cliente 3. Descrizione della rete di collegamento 4. Punto di consegna 5. Tensione nominale (U_n) 6. Potenza disponibile continua 7. Potenza disponibile di punta 	<input type="checkbox"/> TERNA <input type="checkbox"/> --- <input type="checkbox"/> Rete di trasmissione . <input type="checkbox"/> consegna AT <input type="checkbox"/> 36 kV trifase <input type="checkbox"/> 33,2 MW <input type="checkbox"/> 33,2 MW	
4.3	Misura dell'energia	Contatori da installare nel quadro generale d'impianto con piombatura per la misura fiscale (UTF) presso la cabina di consegna	
4.4	Consumi elettrici	Per servizi ausiliari <ul style="list-style-type: none"> - Ausiliari cabine - Illuminazione esterna - Sistemi di sicurezza e allarme 	

3.5. MODULO 5 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
5.1	Caratteristiche di installazione	Strutture di sostegno moduli di tipologia: -su pali infissi e/o pali trivellati e/o micropali in c.a.	
5.2	Posizione convertitori statici	In esterno, sulle strutture di fissaggio moduli, con grado di protezione IP65	
5.3	Posizione quadri elettrici	String box: presenti in esterno IP65 fissati alle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici. Quadri di parallelo: all'interno della cabina di trasformazione (shelter metallico) Quadri bt: all'interno della cabina di trasformazione (shelter metallico)	



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33,2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.9

RELAZIONE TECNICA E CALCOLO
PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

15

5.4	Illuminazione artificiale	<p>Aree esterne: prevista con pali nei pressi delle PS</p> <p>Prevista lungo il perimetro di impianto</p> <p>Locali quadri: illuminazione con plafone interne.</p> <p>Si confermano i requisiti minimi per l'illuminazione artificiale previsti nella normativa di riferimento</p>	
-----	----------------------------------	--	--

X-ELIO 	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	16

3.6. MODULO 6 – DATI AMBIENTALI DEL SITO, DATI DI RILIEVO CLINOMETRICO E DIAGRAMMA DELLE OMBRE

Ai fini del calcolo della radiazione solare media annua su base giornaliera, si è fatto uso del database internazionale MeteoNorm, che rende disponibili i dati meteorologici per le località interessate dal progetto nel comune di Monreale (PA): l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito.

In particolare sono stati utilizzati i dati del database MeteoNorm 8, aggiornati alla data di stesura del progetto definitivo.

Nelle immagini che seguono si riportano i dati meteorologici assunti per la presente relazione.

Sezione impianto fisso Meteo e energia incidente

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	WindVel	GlobInc	DifSinc	Alb_Inc	DifS_GI
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	m/s	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	ratio
Gennaio	62.5	33.11	11.78	3.6	84.6	24.78	0.377	0.000
Febbraio	82.6	34.07	11.59	3.9	107.1	24.32	0.498	0.000
Marzo	129.0	53.80	13.79	3.8	151.7	35.17	0.778	0.000
Aprile	159.6	74.21	15.95	3.6	170.4	47.15	0.963	0.000
Maggio	205.3	74.71	20.48	3.3	207.2	43.07	1.239	0.000
Giugno	214.5	81.52	24.23	3.2	210.3	43.21	1.293	0.000
Luglio	224.7	72.00	27.25	3.3	223.2	38.39	1.354	0.000
Agosto	200.9	69.66	27.52	3.2	212.5	37.00	1.212	0.000
Settembre	146.4	55.06	23.67	3.2	166.2	35.41	0.883	0.000
Ottobre	110.5	45.69	21.08	2.9	137.4	31.35	0.667	0.000
Novembre	69.8	33.98	16.65	3.5	93.3	24.99	0.420	0.000
Dicembre	55.4	28.73	13.17	3.5	77.6	21.59	0.334	0.000
Anno	1661.3	656.53	18.98	3.4	1841.6	406.43	10.018	0.000

Figura 5 - Dati metereologici (fonte Meteonorm 8.0 agg. Settembre 2023) – Strutture Fisse

Sezione impianto inseguimento Meteo e energia incidente

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	WindVel m/s	GlobInc kWh/m ²	DifSinc kWh/m ²	Alb_Inc kWh/m ²	DifS_GI ratio
Gennaio	62.5	33.11	11.78	3.6	80.1	23.48	1.192	0.000
Febbraio	82.6	34.07	11.59	3.9	107.4	23.27	1.538	0.000
Marzo	129.0	53.80	13.79	3.8	165.3	33.66	2.218	0.000
Aprile	159.6	74.21	15.95	3.6	199.4	44.99	2.668	0.000
Maggio	205.3	74.71	20.48	3.3	264.1	41.71	3.549	0.000
Giugno	214.5	81.52	24.23	3.2	273.8	41.80	3.531	0.000
Luglio	224.7	72.00	27.25	3.3	292.6	37.41	3.786	0.000
Agosto	200.9	69.66	27.52	3.2	262.8	36.11	3.386	0.000
Settembre	146.4	55.06	23.67	3.2	192.5	34.18	2.569	0.000
Ottobre	110.5	45.69	21.08	2.9	143.1	29.96	2.009	0.000
Novembre	69.8	33.98	16.65	3.5	89.3	23.86	1.269	0.000
Dicembre	55.4	28.73	13.17	3.5	70.0	20.37	1.086	0.000
Anno	1661.3	656.53	18.98	3.4	2140.2	390.80	28.801	0.000

Figura 6 - Dati meteorologici (fonte Meteonorm 8.0 agg. Settembre 2023) – Strutture tracker

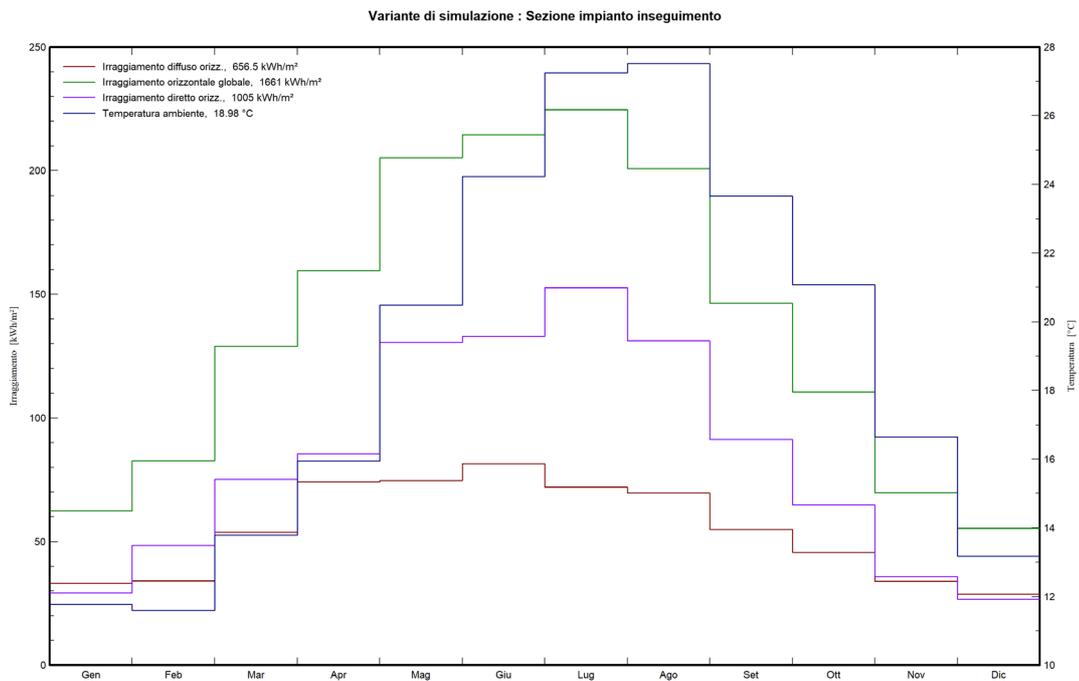


Figura 7 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano orizzontale

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	18

Distribuzione irraggiamento incidente

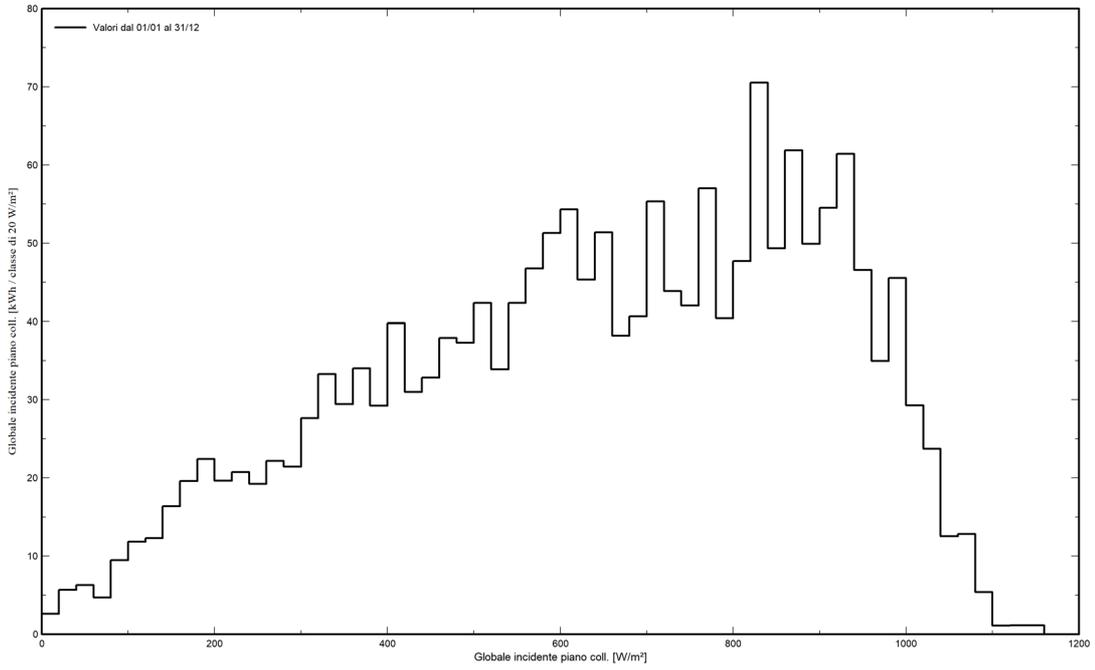


Figura 8 – Distribuzione irraggiamento incidente sul piano dei collettori - Strutture fisse

Distribuzione irraggiamento incidente

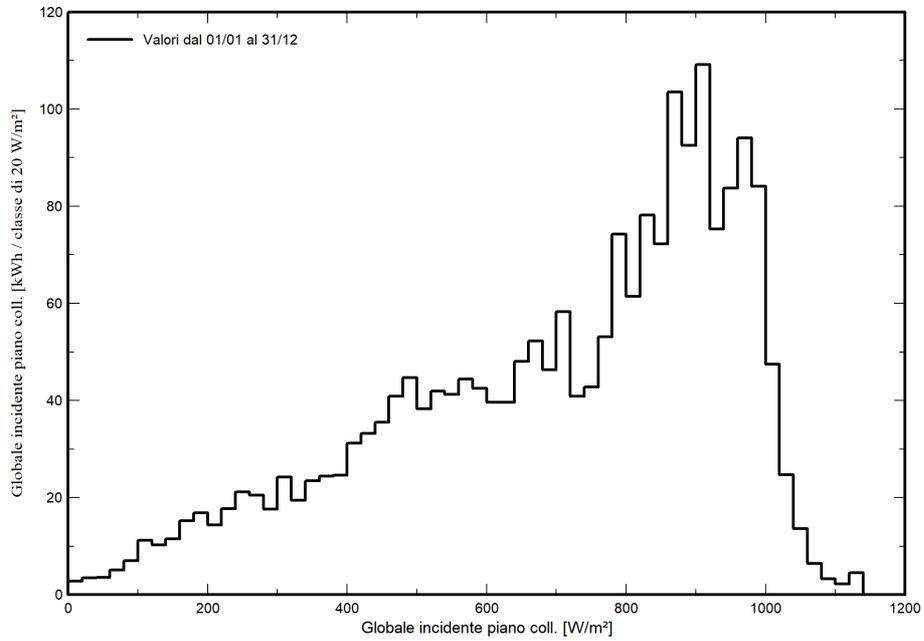


Figura 9 – Distribuzione irraggiamento incidente sul piano dei collettori - Strutture tracker

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	19

Variante di simulazione : Sezione impianto fisso

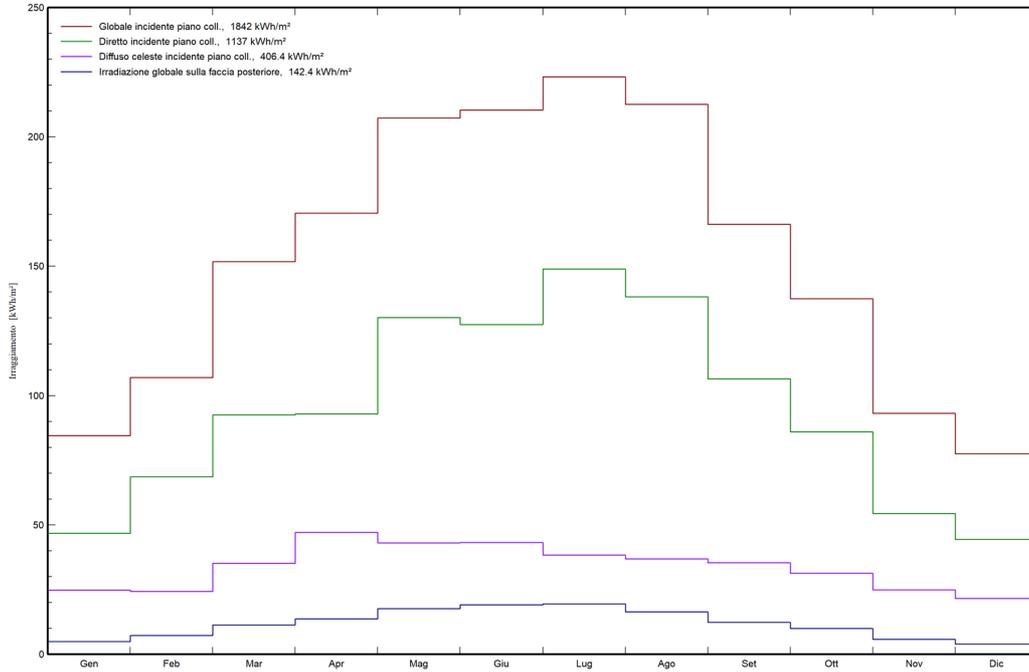


Figura 10 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano dei collettori - Strutture fisse

Variante di simulazione : Sezione impianto inseguimento

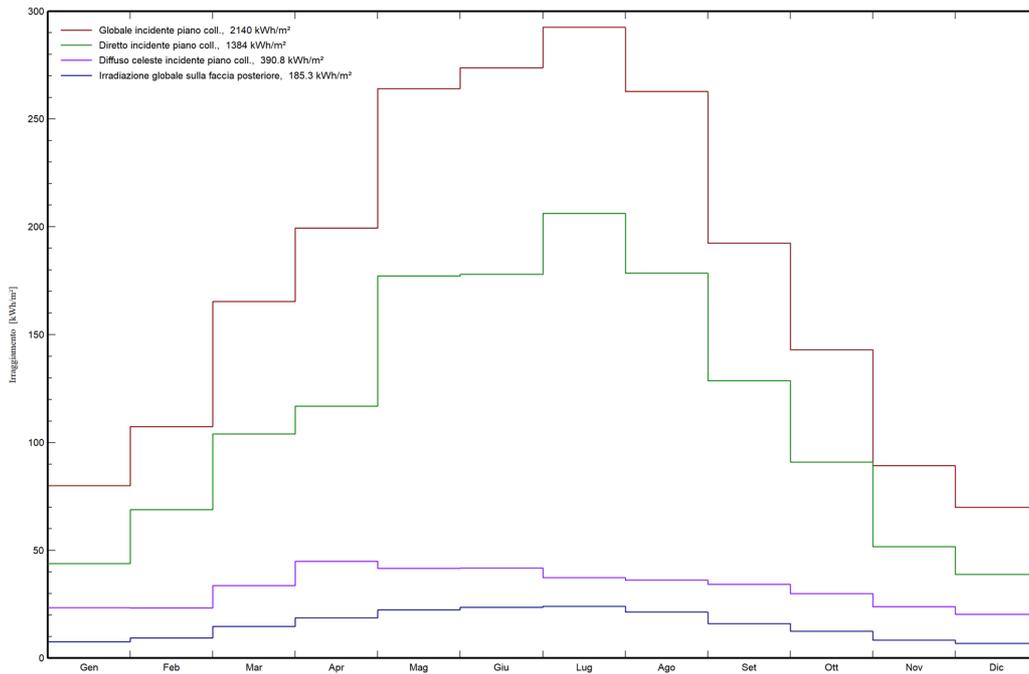


Figura 11 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano dei collettori - Strutture tracker

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	20

Il grafico che segue mostra le altezze massime e minime del sole nell'arco dell'anno, e il diagramma delle ombre dovuto al paesaggio circostante. Si tratta di un diagramma orientativo, che tiene conto della posizione del sito e delle interferenze con l'ambiente circostante. Sulla base dei modelli DTM tridimensionali del terreno, è stato elaborato il profilo del terreno per la determinazione delle ombre lontane, che di seguito si riporta.

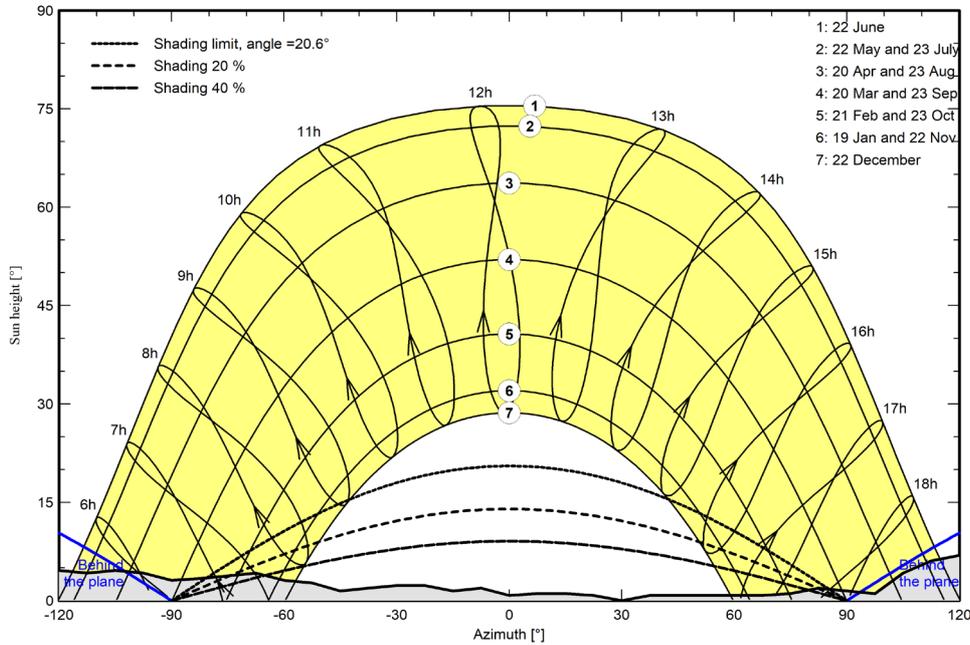


Figura 12 - Diagramma clinometrico – strutture fisse

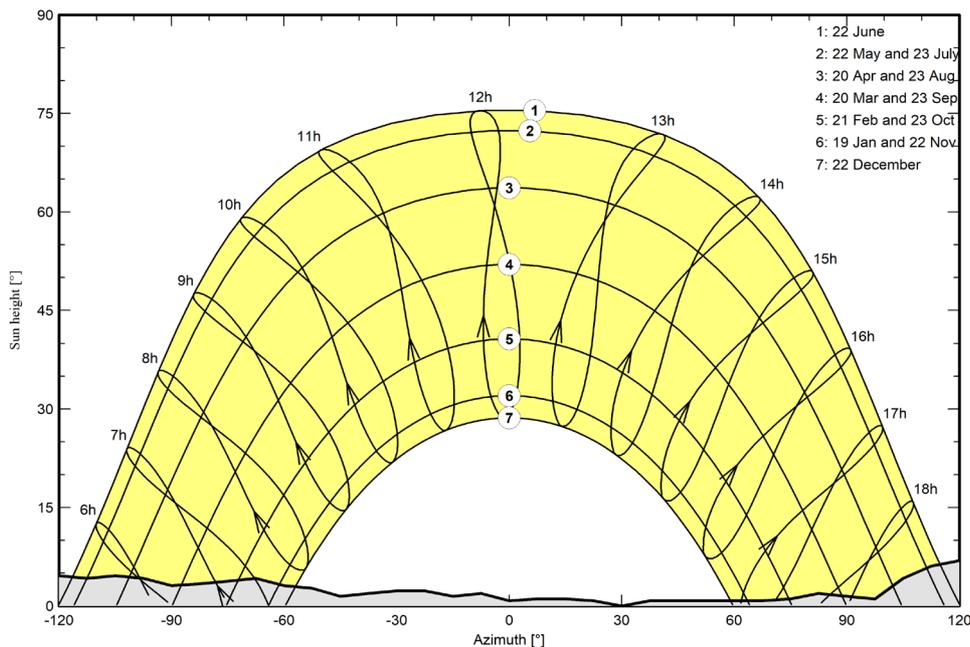


Figura 13 - Diagramma clinometrico – strutture tracker con backtracking

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	21

A seguito dei rilievi effettuati in sede di sopralluogo, è stato accertato che non esistono ostacoli significativi tali da presentare ombreggiamenti locali sulla superficie dell'impianto fotovoltaico.

3.7. MODULO 7 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

DPR	547/55	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
Legge	46/90	Norme per la sicurezza degli impianti
DPR	447/91	Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti
D.Lgs	163/06	Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE
D.Lgs	626/94	Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
D.Lgs	494/96	Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili
D.Lgs	31/08	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
D.Lgs	81/08	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
D.Lgs	106/09	"Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
D.M.	14/01/08	Norme tecniche per le costruzioni
D.M.	28/07/05	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
D.M.	06/02/06	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
D.M.	23/02/07	Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici
DPR	554/99	in materia di lavori pubblici
CEI	0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
CEI	11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI	11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.9

RELAZIONE TECNICA E CALCOLO
PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

22

CEI	11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti i I e II categoria
CEI	13-4	Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica
CEI	20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI	20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI	20-40	Guida per l'uso di cavi in bassa tensione
CEI	20-67	Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV
CEI	22-2	Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
CEI	23-46	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati
CEI	23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI	64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI	64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI	81-1	Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI	82-1	Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
CEI	82-2	Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per celle solari di riferimento
CEI	82-3	Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
CEI	82-4	Protezione contro la sovratensione dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia - Guida
CEI	82-8	Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI	82-9	Sistemi fotovoltaici – Caratteristica dell'interfaccia di raccordo alla rete
CEI	82-15	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
CEI	82-16	Schiere di moduli fotovoltaici in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
CEI	82-17	Sistemi fotovoltaici di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
CEI	82-22	Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
CEI	82-25	Guida per la realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
CEI	EN 60099-1-2	Scaricatori



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.9

RELAZIONE TECNICA E CALCOLO
PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

23

CEI	EN 60439-1-2-3	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
CEI	EN 61215	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI	UNEL 35024-1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
CEI	UNEL 35364	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
UNI	8477	Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
UNI	9488	Energia solare – vocabolario
UNI	10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
AEEG	28/06	Condizioni tecnico economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kW, ai sensi dell'articolo 6 del D.Lgs. 387 del 29/12/2003
AEEG	188/05	Definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005
ENEL	DK5970	Prescrizioni Enel Distribuzione Spa - Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete AT di Enel distribuzione Ed. II Febbraio 2006
ENEL		Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"	
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI
		PAGINA
		24

4. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Il layout d'impianto è stato sviluppato tenendo conto delle caratteristiche specifiche del sito, nonché delle specifiche esigenze del Committente, emerse in fase di avvio progetto e da successivi incontri con il progettista.

Sulla base di tali indicazioni è stata avviata l'attività di progettazione, tenendo conto, oltre che delle norme tecniche di settore precedentemente citate, anche dei seguenti aspetti:

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno, disposti in due file verticali;
- interfila tra le strutture di supporto moduli pari a 3,1 m, tale da garantire il passaggio dei mezzi che accedono per la manutenzione;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ostacoli esistenti.

4.1. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica; esso sarà collegato alla rete elettrica di distribuzione in alta tensione 36 kV. L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli stream box, le quali vengono convogliate verso appositi quadri di parallelo nei locali di cabina, dove avverrà la trasformazione BT/AT.

La linea in AT in uscita dai trasformatori BT/AT di ciascun campo verrà, quindi, vettoriata verso la cabina Generale di campo, dove avverranno le misure e la partenza verso la nuova cabina 36kV e da lì verso la nuova cabina di consegna TERNA (Monreale 3),

Il generatore fotovoltaico è costituito da n.7 campi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Sottocampo	Potenza (kW)
PS1	3351,04
PS2	7920,64
PS3	7806,40
PS4	4798,08
PS5	3922,24
PS6	2056,32
PS7	3351,04
Totale	33205,76

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33,2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	25

Tabella 2 - Suddivisione in sottocampi

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, prevalentemente del tipo a inseguimento mono-assiale, ed in residua parte in strutture del tipo fisso, entrambe fondate su pali infissi nel terreno

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di gran lunga superiore ai 25 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione.

Il generatore fotovoltaico una **potenza nominale di picco complessiva pari a 33,2 MWp**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Il generatore è composto complessivamente da 48.832 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 28 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da appositi string-box, in numero totale di 111.

Gli sting box convogliano la potenza verso sette distinte Power Station, consistenti in shelter metallici prefabbricati al cui interno sono ubicati i quadri di parallelo BT, il trasformatore AT/BT e i quadri di protezione e sezionamento AT.

L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 7 campi di potenza variabile. Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi variabili da 12 a 16 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 111), dove avviene il parallelo delle stringhe e i monitoraggi dei dati elettrici.

Da tali string box si dipartono le linee di collegamento verso gli inverter, posti presso le Power station, in numero di 1 o 2 inverter per ciascuna PS.

L'impianto è completato da un sistema di storage dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico, costituita da n.3 Power Station "BESS" a ciascuna delle quali sono connessi n. 8 container di batterie per l'accumulo di energia, ciascuno con capacità di accumulo pari a 3 MWh, con una capacità di accumulo complessiva pari a 72 MWh

Coerentemente con quanto previsto dal preventivo di connessione, viene definita la potenza in corrente alternata in immissione dell'impianto, che risulta essere pari a 28 MW ac.

Tale potenza corrisponde alla massima potenza istantanea iniettata dall'impianto nella RTN



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.9

RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

26

presso il punto di consegna a 36 kV, e, pertanto, definisce i termini contrattuali dell'immissione con il gestore ai fini del regolamento di esercizio.

Coerentemente con la distribuzione dei campi e dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per gli string box, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

Tabella 3 - Dettaglio dimensionamento impianto

CAMPO	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo +	Lunghezza Cavo -	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza string box [kW]	Potenza DC inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC	
PS1	TX1	ZONA 1	176	127	127	275,04	448	304,64	3351,04	3326	1,008	3351,04	3326	
		ZONA 1		185	185	275,04	448	304,64						
		ZONA 1		203	203	275,04	448	304,64						
		ZONA 1		228	228	275,04	448	304,64						
		ZONA 1		246	246	275,04	448	304,64						
		ZONA 1		273	273	275,04	448	304,64						
		ZONA 1		249	249	275,04	448	304,64						
		ZONA 1		337	337	275,04	448	304,64						
		ZONA 1		350	350	275,04	448	304,64						
		ZONA 1		394	394	275,04	448	304,64						
PS2	TX2.A	ZONA 2	202	328	328	275,04	448	304,64	3846,08	3326	1,156	7920,64	6652	
		ZONA 2		385	385	275,04	448	304,64						
		ZONA 2		336	336	275,04	448	304,64						
		ZONA 2		293	293	275,04	448	304,64						
		ZONA 2		253	253	275,04	448	304,64						
		ZONA 2		303	303	275,04	448	304,64						
		ZONA 2		352	352	275,04	448	304,64						
		ZONA 2		262	262	240,66	392	266,56						
		ZONA 2		225	225	275,04	448	304,64						
		ZONA 2		206	206	275,04	448	304,64						
	TX2.B	214	ZONA 2	214	203	203	275,04	448	304,64	4074,56	3326	1,225	7920,64	6652
			ZONA 2		276	276	275,04	448	304,64					
			ZONA 2		68	68	206,28	336	228,48					
			ZONA 2		126	126	275,04	448	304,64					
			ZONA 2		171	171	275,04	448	304,64					
			ZONA 2		210	210	275,04	448	304,64					
			ZONA 2		223	223	275,04	448	304,64					
			ZONA 2		276	276	275,04	448	304,64					
			ZONA 2		411	411	275,04	448	304,64					
			ZONA 2		511	511	275,04	448	304,64					
PS3	TX3.A	ZONA 3	206	460	460	275,04	448	304,64	3922,24	3326	1,179	7806,4	6652	
		ZONA 3		478	478	275,04	448	304,64						
		ZONA 3		573	573	275,04	448	304,64						
		ZONA 3		588	588	240,66	392	266,56						
		ZONA 3		445	445	206,28	336	228,48						
		ZONA 3		610	610	206,28	336	228,48						
		ZONA 3		570	570	275,04	448	304,64						
		ZONA 3		256	256	275,04	448	304,64						
		ZONA 3		305	305	275,04	448	304,64						
		ZONA 3		354	354	275,04	448	304,64						
	TX3.B	204	ZONA 3	204	404	404	275,04	448	304,64	3884,16	3326	1,168	7806,4	6652
			ZONA 3		248	248	275,04	448	304,64					
			ZONA 3		298	298	240,66	392	266,56					
			ZONA 3		258	258	275,04	448	304,64					
			ZONA 3		202	202	275,04	448	304,64					
			ZONA 3		155	155	275,04	448	304,64					
			ZONA 3		248	248	275,04	448	304,64					
			ZONA 3		310	310	275,04	448	304,64					
			ZONA 3		266	266	275,04	448	304,64					
			ZONA 3		189	189	275,04	448	304,64					



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.9

RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

27

PS4 (FIXED)	TX4	ZONA 4	16	252	272	272	275,04	448	304,64	4798,08	3824	1,255	4798,08	3824
		ZONA 4	16		346	346	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		135	135	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		145	145	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		164	164	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		183	183	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		202	202	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		221	221	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		240	240	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		43	43	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		61	61	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		75	75	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		107	107	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		122	122	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16		149	149	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	12		168	168	206,28	336	228,48					
PS5	TX5	ZONA 5	16	206	355	355	275,04	448	304,64	3922,24	3326	1,179	3922,24	3326
		ZONA 5	16		315	315	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		330	330	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		285	285	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		295	295	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		285	285	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		245	245	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		245	245	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		205	205	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		230	230	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		230	230	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16		195	195	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	14		160	160	240,66	392	266,56					
		PS6	TX6		ZONA 6	16	108	115	115					
ZONA 6	16			170	170	275,04		448	304,64					
ZONA 6	16			175	175	275,04		448	304,64					
ZONA 6	16			205	205	275,04		448	304,64					
ZONA 6	16			230	230	275,04		448	304,64					
ZONA 6	16			260	260	275,04		448	304,64					
ZONA 6	12			275	275	206,28		336	228,48					
PS7	TX7	ZONA 7	16	176	200	200	275,04	448	304,64	3351,04	3326	1,008	3351,04	3326
		ZONA 7	16		160	160	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16		285	285	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16		345	345	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16		125	125	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16		105	105	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16		225	225	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16		275	275	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16		315	315	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16		120	120	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16		230	230	275,04	448	304,64					
TOTALI			1744				29979,36	48832	33205,76		30432		33205,76	

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	28

4.1.1. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli previsti dal presente progetto sono tutti della medesima tipologia e taglia. Si tratta dei moduli RISEN 680 Wp, modello RSM132-8-680BNDG, moduli in silicio monocristallino bifacciale a 132 celle (6*11+6*11), la cui potenza di picco è pari a 680 Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 28, per cui la tensione della stringa risulta essere variabile dai 1452 V alla temperatura di -10°C fino ai 939 V alla temperatura di 70°C (temperature limite di progetto).

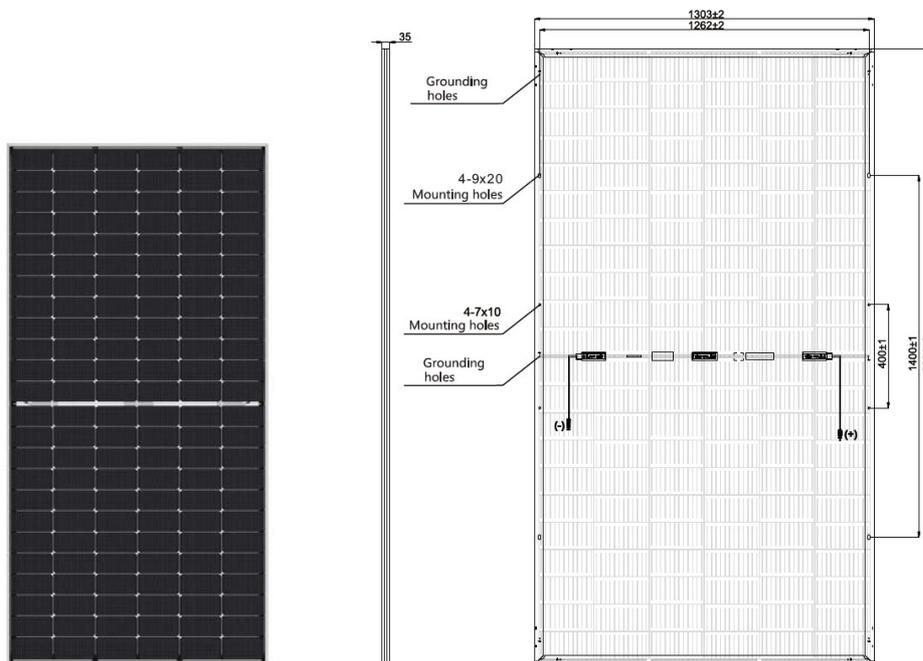


Figura 14 – Dati dimensionali modulo fotovoltaico

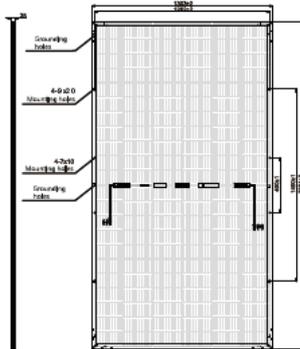
Di seguito si riportano i principali dati tecnici estratti dai datasheet. Per la descrizione dettagliata e le certificazioni si rimanda alla relazione tecnica impianti.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY 12 year Product Warranty / 30 year Linear Power Warranty



Figura 15 – Prestazioni garantite modulo fotovoltaico

Dimensions of PV Module (mm)



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-668BNDG	RSM132-8-670BNDG	RSM132-8-675BNDG	RSM132-8-680BNDG	RSM132-8-685BNDG	RSM132-8-690BNDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	665	670	675	680	685	690
Open Circuit Voltage-Voc(V)	46.98	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	17.84	17.90	17.96	18.02	18.08	18.14
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.16	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Imp(A)	16.99	17.04	17.09	17.14	17.19	17.24
Module Efficiency (%) *	21.4	21.6	21.7	21.9	22.1	22.2

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3. Bifacial factor: 80%±5 * Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain

	732	737	743	749	754	760
Total Equivalent power -Pmax (Wp)	732	737	743	749	754	760
Open Circuit Voltage-Voc(V)	46.98	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	19.62	19.69	19.76	19.82	19.89	19.95
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.16	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Imp(A)	18.69	18.74	18.80	18.85	18.91	18.96

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and abedo of the ground.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM132-8-668BNDG	RSM132-8-670BNDG	RSM132-8-675BNDG	RSM132-8-680BNDG	RSM132-8-685BNDG	RSM132-8-690BNDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	503.8	507.6	511.4	515.3	519.1	523.0
Open Circuit Voltage-Voc (V)	43.69	43.87	44.04	44.22	44.40	44.57
Short Circuit Current-Isc (A)	14.63	14.68	14.73	14.78	14.83	14.87
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	36.34	36.51	36.67	36.84	37.01	37.18
Maximum Power Current-Imp(A)	13.86	13.90	13.95	13.99	14.03	14.07

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	N-type
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	41kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)230mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	42°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.26%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.046%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.32%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

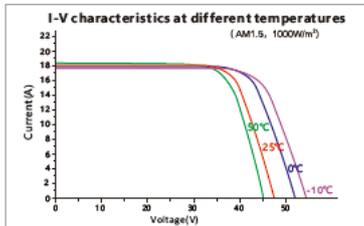
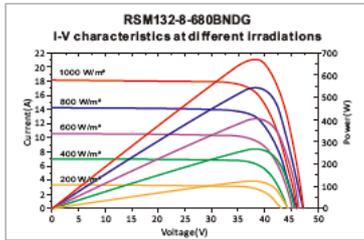


Figura 16 – Dati tecnici modulo fotovoltaico



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	31

PS2	TX2.A	ZONA 2	16	202
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	14	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	12	
	TX2.B	ZONA 2	16	214
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	16	
		ZONA 2	14	
ZONA 2		12		
ZONA 2		12		
PS3	TX3.A	ZONA 3	16	206
		ZONA 3	16	
		ZONA 3	16	
		ZONA 3	16	
		ZONA 3	16	
		ZONA 3	14	
		ZONA 3	16	
		ZONA 3	16	
		ZONA 3	16	
		ZONA 3	16	
		ZONA 3	16	
		ZONA 3	16	
	TX3.B	ZONA 3	16	204

		ZONA 5	16	
		ZONA 5	14	
PS6	TX6	ZONA 6	16	108
		ZONA 6	16	
		ZONA 6	16	
		ZONA 6	16	
		ZONA 6	16	
		ZONA 6	16	
		ZONA 6	16	
		ZONA 6	12	
PS7	TX7	ZONA 7	16	176
		ZONA 7	16	
		ZONA 7	16	
		ZONA 7	16	
		ZONA 7	16	
		ZONA 7	16	
		ZONA 7	16	
		ZONA 7	16	
		ZONA 7	16	
		ZONA 7	16	
		ZONA 7	16	
TOTALI			1744	

Tabella 4 - Distribuzione string box

Ciascuno string box è dotato di un minimo di 16 canali in ingresso, con fusibili su 2 poli, dotati di monitoraggio di ciascuna stringa. Il sistema prevede la protezione per le sovratensioni, con uno scaricatore combinato in classe I+II. La linea in uscita verso l'inverter è protetta da un interruttore da 250A/315A in funzione del numero di stringhe.

Nello stringbox è presente un PCB, per la lettura e immagazzinamento dei dati e la trasmissione verso PS. La comunicazione con la PS viene garantita con un cavo seriale RS485.

L'apparecchiatura è idonea per installazione esterna (IP66).

4.1.3. POWER STATION PS

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di raccogliere l'energia elettrica proveniente dal campo fotovoltaico in corrente alternata (CC), convertirla in corrente alternata attraverso gli inverte e di elevare la tensione da bassa (BT) alta tensione 36kV (AT).

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	34

L'energia prodotta dal sistema di conversione CC/CA (inverter), a 600-690 V, sarà immessa nel lato BT di un trasformatore 36/0,60-36/0,69 kV di potenza variabile in funzione dei campi.

Per ciascuno dei campi PS1, PS2, PS3, PS4, PS5, PS6, PS7 si prevede l'utilizzo di un trasformatore di potenza pari a 3,824 MVA (per le PS7 e PS5) e 7,648MVA (per le altre PS), o altra taglia commerciale similare compatibile con la configurazione di impianto.

La Power Station è costituita da elementi prefabbricati, progettati per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità nell'ambiente in cui verranno installati.

Tutte le componenti sono idonee per l'installazione all'esterno con idoneo grado di protezione IP.

La Power Station sarà posata su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni, ove saranno stati predisposti gli opportuni cavedi e tubazioni per il passaggio dei cavi di potenza e segnale.

Ciascuna Power Station conterrà al suo interno un quadro in bassa tensione per l'alimentazione degli ausiliari, nonché la protezione della linea verso il trasformatore.

Nella stessa sarà presente un impianto elettrico completo di cavi di alimentazione, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto necessario al perfetto funzionamento della power station.

Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza, il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

Tutte le componenti esterne saranno dotate di tutti quei provvedimenti al fine di garantire la massima protezione in condizioni climatiche quale l'ambiente di installazione.

Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati tutti quei provvedimenti in modo che tutti i dispositivi installati siano immediatamente accessibili, rendendo più agevole l'ispezione, la manutenzione e la riparazione.

Nel suo complesso, la Power Station avrà dimensioni in pianta pari a 11,90 x 2,10 m, e altezza pari a circa 2,46 m.

La Power Stations prevista è totalmente prefabbricata, da assemblare in situ.

Si evidenzia che in fase esecutiva saranno prodotti dal prefabbricatore gli elaborati di calcolo strutturale ai fini del deposito presso gli uffici del Genio Civile competente.

La fondazione verrà realizzata con una platea di spessore 50 cm con pareti perimetrali di spessore 10-15 cm opportunamente rinfancate con terreno compattato. Al di sotto si prevede un magrone in cls di circa 10 cm.



4.1.4. *SISTEMA DI STORAGE*

Presso l'impianto sarà presente un sistema di storage dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Grazie all'installazione di tali componenti, l'impianto nel suo complesso sarà in grado di assorbire i picchi di produzione dell'impianto, accumulando l'energia in esubero rispetto alla massima potenza in immissione in rete, pari a 28 MW, per poi rilasciarla quando la potenza istantanea dell'impianto scende al di sotto di tale soglia.

Il sistema di storage è costituito da n.3 Power Station "BESS", di potenza di scarica massima pari a 7,85 MVA @30°C (6,34 MVA @50°C), a ciascuna delle quali sono connessi n. 8 container di batterie per l'accumulo di energia, ciascuno con capacità di accumulo pari a 3 MWh.

Il sistema BESS così configurato avrà quindi una potenza di picco massima pari a 23,568 MVA @30°C (19,026 @50°C), con una capacità di accumulo complessiva pari a 72 MWh.

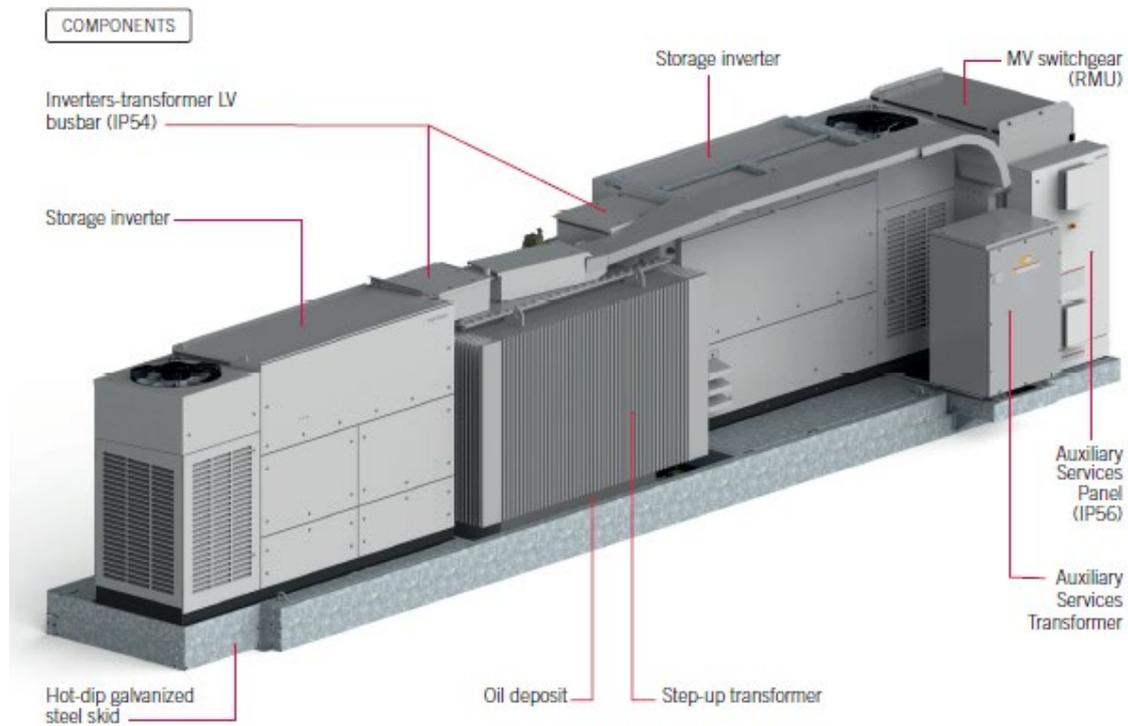
STORAGE SYSTEM							
ITS	INVERTER	POTENZA INVERTER @30°C (kVA)	POTENZA ITS (MVA)	N. CONTAINER ACCUMULO DA 3 MWh	CAPACITA' ACCUMULO SINGOLO INVERTER (MWh)	CAPACITA' ACCUMULO ITS (MWh)	CAPACITA' ACCUMULO ITS (MWh)
STOR.1	STOR.1.A	3928	7,856	4	12	8	24
	STOR.1.B	3928		4	12		
STOR.2	STOR.2.A	3928	7,856	4	12	8	24
	STOR.2.B	3928		4	12		
STOR.3	STOR.3.A	3928	7,856	4	12	8	24
	STOR.3.B	3928		4	12		
TOTALE		23568	23,568	24	72	24	72

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	36

Durante la fase di carica, le Power Station BESS hanno la duplice funzione convertire abbassare il livello di tensione dell'energia proveniente dal quadro di parallelo AT, da alta tensione 36kV (AT) a bassa tensione, e di convertire da corrente alternata (CA) a corrente continua (CC), attraverso gli inverter presenti nella power station.

Durante la fase di scarica, il processo si inverte e il comportamento della power station è di fatto analogo a quello delle altre power station presenti presso l'impianto fotovoltaico.

Di seguito un estratto delle schede tecniche delle componenti previste in progetto.

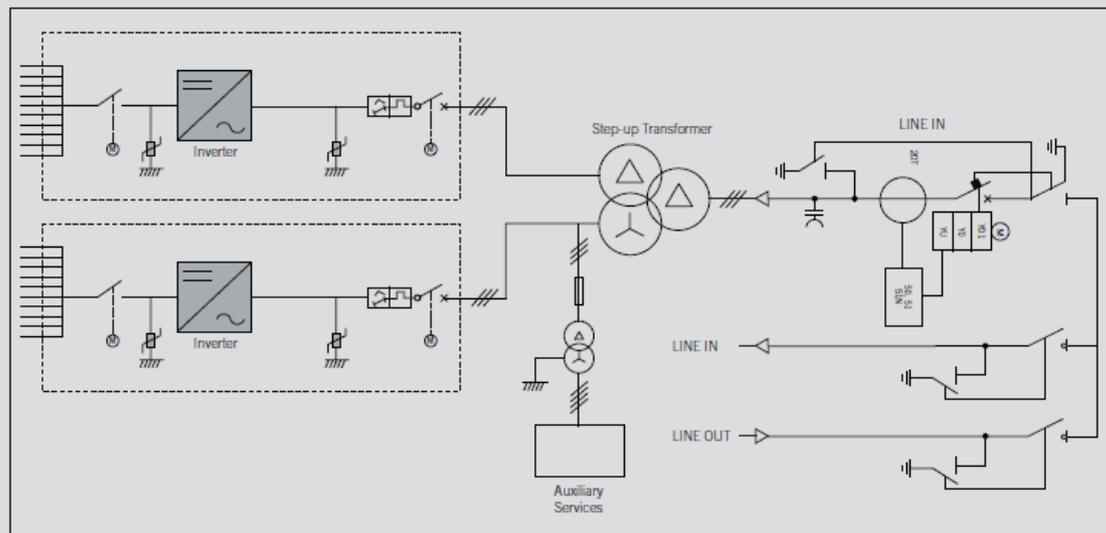


CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	37

	3930 FSK HV C Series	7860 FSK HV C Series
General information		
Number of inverters	1	2
Discharge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C) ⁽¹⁾	3,928 kVA / 3,171 kVA	7,856 kVA / 6,342 kVA
Discharge current @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,700 A / 2,180 A	
Charge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C) ⁽¹⁾	3,730 kVA / 3,013 kVA	7,460 kVA / 6,026 kVA
Charge current @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,564 A / 2,071 A	
Operating temperature range	from -20 °C to +60 °C	
Relative humidity (non condensing)	0 - 100%	
Maximum altitude	3,000 masl (power derating starting at 1,000 masl)	
Step-up Transformer		
Medium voltage	From 20 kV up to 38 kV, 50-60 Hz	
Cooling system	ONAN	
Minimum PEI (Peak Efficiency Index) ⁽²⁾	99.40%	
Protection degree	IP54	
MV Switchgear (RMU)		
Medium voltage	24 kV / 36 kV / 40.5 kV	
Rated current	630 A	
Cooling system	Natural air ventilation	
Protection degree	IP54 (IP55 optional)	
Equipment		
Auxiliary services panel	Standard version (optional monitoring system)	
Step-up transformer	Oil-immersed hermetically sealed transformer	
MV Switchgear	1L1C cells (2L1C optional)	
Mechanical information		
Structure type	Hot dip galvanized steel skid	
Dimensions Full Skid (W x D x H)	9,500 x 2,600 x 2,620 mm	11,390 x 2,600 x 2,620 mm
Weight	16 T	25 T
Standards	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1	

Notes: ⁽¹⁾ Data calculated with the inverter model INGECON® SUN STORAGE 3930TL HV C840. For other storage inverter models, please contact Ingeteam's BESS sales department
⁽²⁾ For European installations, ECO design according to the EU 548/2014 and EU 2019/1783 standards.

Example of configuration with two HV C series storage inverters





PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.9

RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

38

INGECON

SUN STORAGE

3Power HV C Series 1,500 Vdc

	INGECON® SUN STORAGE 3930TL HV						
	C600	C650	C690	C730	C750	C800	C840
Input (DC)							
Battery voltage range for off-grid mode	854 - 1,500 V	924 - 1,500 V	979 - 1,500 V	1,035 - 1,500 V	1,063 - 1,500 V	1,132 - 1,500 V	1,188 - 1,500 V
Battery voltage for grid-tied mode ⁽¹⁾	938 - 1,500 V	1,014 - 1,500 V	1,075 - 1,500 V	1,136 - 1,500 V	1,167 - 1,500 V	1,244 - 1,500 V	1,305 - 1,500 V
Maximum voltage	1,500 V						
Maximum current	3,357 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	Up to 630 A / 1,500 V / aR / 100 kA (L/R=5ms) (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
Input protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection						
Output (AC)							
Discharge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,806 kVA / 2,266 kVA	3,040 kVA / 2,454 kVA	3,227 kVA / 2,605 kVA	3,414 kVA / 2,756 kVA	3,507 kVA / 2,831 kVA	3,741 kVA / 3,020 kVA	3,928 kVA / 3,171 kVA
Discharge current @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,700 A / 2,180 A						
Charge power @1,500 Vdc (30°C / 50°C)	2,665 kVA / 2,152 kVA	2,887 kVA / 2,332 kVA	3,064 kVA / 2,475 kVA	3,242 kVA / 2,619 kVA	3,331 kVA / 2,690 kVA	3,553 kVA / 2,870 kVA	3,730 kVA / 3,013 kVA
Charge current @1,500 Vdc (30°C / 50°C)	2,564 A / 2,071 A						
Rated voltage ⁽²⁾	600 V IT System	650 V IT System	690 V IT System	730 V IT System	750 V IT System	800 V IT System	840 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor ⁽³⁾	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁴⁾	<3%						
Output protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
Features							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	7,600 W						
Stand-by or night consumption ⁽⁵⁾	185 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
General Information							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65 ⁽⁶⁾						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's BESS sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m³/h						
Average air flow	12,000 m³/h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	<57 dB(A) at 10m / <49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, CEI 0-16, NTS Spain, VDE-AR-N 4120, VDE-AR-N 4110, Arrêté du 9 juin 2020, Terna A68), G99, South African Grid Code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid Code, IEC61727, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai), Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

Notes: ⁽¹⁾ Minimum voltage DC (VDC, min) for Vgrid,max = 1.1 p.u. and Power Factor=1. If Vgrid,max is higher than this value, the minimum voltage should be corrected as VDC, min * Vgrid,max / 1.1. For other DC voltage ranges, please contact Ingeteam's BESS sales department ⁽²⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽³⁾ For Pout>25% of the rated power ⁽⁴⁾ For Pout>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁵⁾ Consumption from Battery ⁽⁶⁾ Except for the LC filter and the air-water heat exchanger, that are IP54.



Technical Specifications

- Energy 3MWh
- Maximum DC power 1.5MW (2h) **0.75MW** (4h)
- Voltage 1500V
- Temperature range -25°C to 55°C (option -45°C)
- 20-foot container with integrated HVAC
- Design life 20 years

4.1.5. CABINE DI IMPIANTO

L'intervento in progetto prevede la costruzione di edifici prefabbricati aventi, comunque, gli stessi ingombri e caratteristiche prestazionali.

Gli edifici sono destinati ad ospitare attrezzatura elettrica, i sistemi di monitoraggio e controllo, nonché i locali di consegna a servizio dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Presso l'impianto saranno presenti due cabine, di pertinenza esclusiva del produttore, la prima denominata **"cabina di smistamento"**, la seconda **"sala controllo (control room)"**.

È prevista in progetto una ulteriore cabina, denominata **"cabina utente 36kV"** sita in prossimità del punto di consegna, per i cui dettagli si rimanda al capitolo successivo, trattandosi

X-ELIO+	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	40

di infrastrutture per la connessione alla rete RTN.

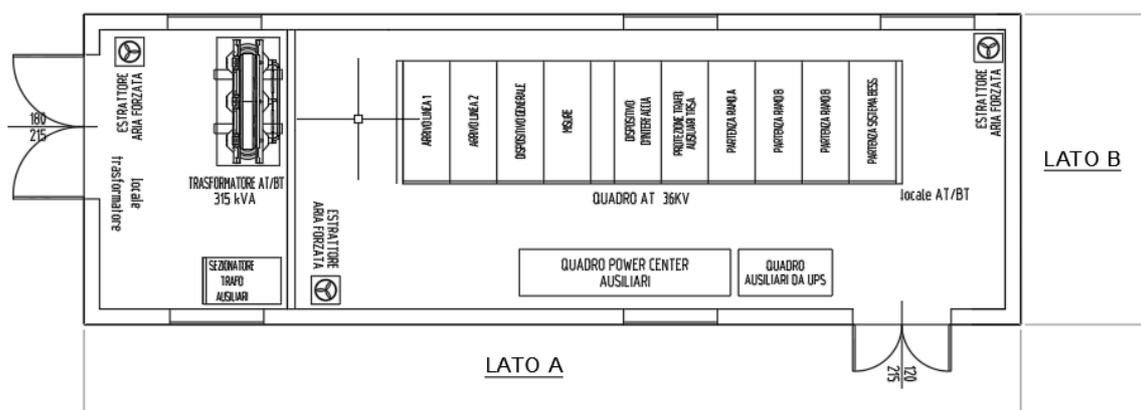
Il primo edificio, denominato **“cabina di smistamento”**, è destinato ad ospitare i quadri di alta tensione per il collettamento dell’energia proveniente dai diversi campi fotovoltaici e dallo storage, il parallelo, la protezione generale e di interfaccia e la partenza verso la cabina utente 36 kV nei pressi del punto di consegna nella RTN.

La cabina avrà dimensioni planimetriche pari a (12 x 4) e poggerà su una piastra di fondazione in c.a. di dimensioni planimetriche pari a (13 x 5) m e spessore 0,4 m.

Si tratta di una cabina prefabbricata monoblocco. I box sono realizzati ad elementi componibili in calcestruzzo armato vibrato tali da garantire pareti interne lisce senza nervature e una superficie interna costante lungo le sezioni orizzontali.

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione dei box viene additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni di acqua per capillarità.

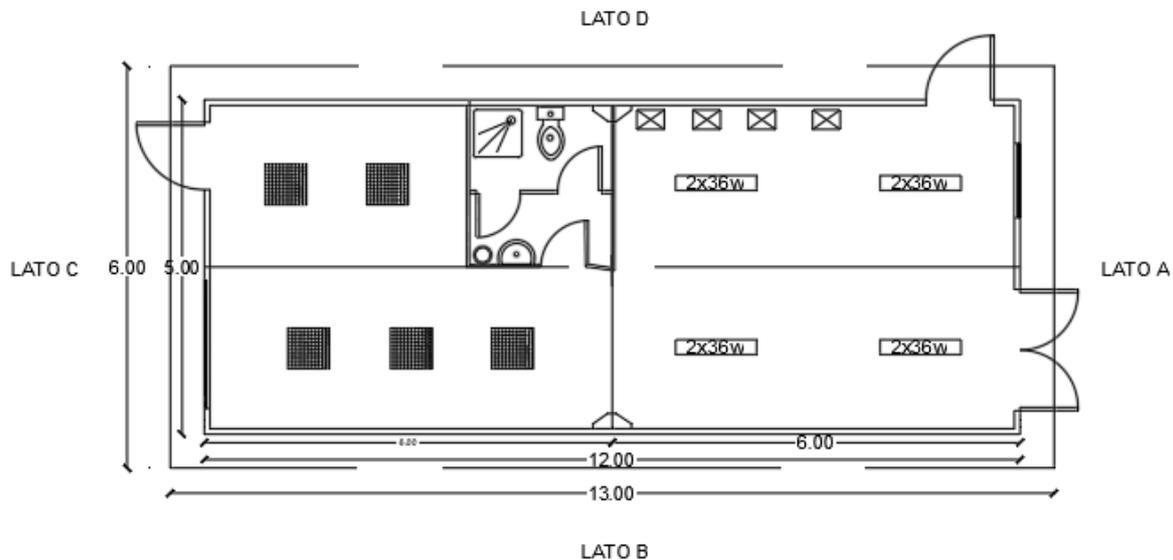
CABINA ELETTRICA - CABINA DI SMISTAMENTO



Il secondo edificio, denominato **“Sala controllo (Control Room)”**, è destinato ad ospitare la strumentazione di controllo dell’impianto.

La cabina avrà dimensioni planimetriche pari a (12 x 5) e poggerà su una piastra di fondazione in c.a. di dimensioni planimetriche pari a (13 x 6) m e spessore 0,4 m.

La struttura portante è prefabbricata a pannelli in C.A.V., predisposti di appositi attacchi per consentirne l'assemblaggio in opera.



Per tutte le cabine previste in progetto, il calcolo strutturale è realizzato in accordo a quanto previsto dal DM 17/01/2018 norme tecniche per le costruzioni, tenendo conto delle azioni sismiche.

Le verifiche geotecniche delle fondazioni sono riportate nella relazione specialistica allegata al progetto definitivo, mentre per quel che concerne le verifiche della struttura in c.a. saranno riportate nella relazione specialistica insieme ai tabulati di calcolo.

4.1.6. **QUADRO DI PARALLELO BT**

Presso ciascuna PS sarà installato un quadro di parallelo in bassa tensione, necessario al parallelo delle linee provenienti dagli string box, e per la protezione dell'interconnessione con il trasformatore, prefabbricato dal produttore delle power station.

Il quadro consentirà il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni alle linee elettriche.

4.1.7. **TRASFORMATORE BT/AT**

Presso la PS verrà installato un trasformatore BT/AT in olio della seguente tipologia:

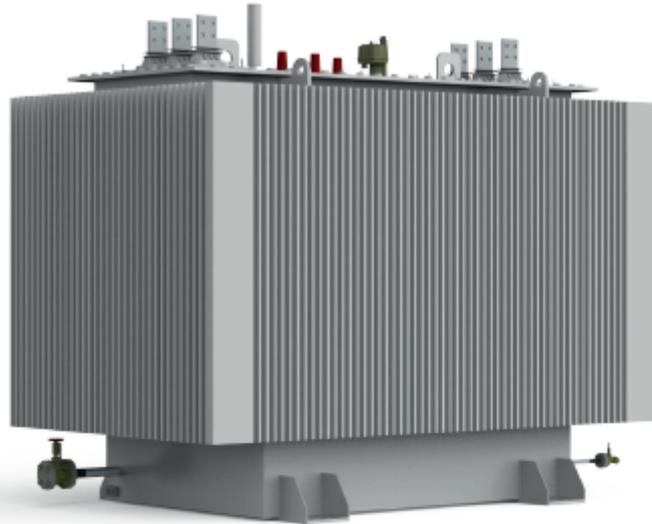
- a singolo secondario a 36/0,6 kV, di potenza pari a 3,326 kVA, ad alta efficienza, in numero di uno per ciascuna PS, ad eccezione della PS4 che ne presenta uno di potenza pari a 3,824 kVA
- A doppio secondario a 36/0,6 kV di potenza pari a 6,652 kVA, ad alta efficienza.

Tutti i trasformatori saranno del tipo isolato in olio, idonei per l'installazione all'interno delle Power Station, opportunamente protetti per impedire l'accesso alle parti in tensione.

Di seguito una scheda tecnica tipologica del prodotto.

TURNKEY SOLUTION

for utility-scale PV plants with central inverters



Three-phase oil-insulated LV / MV transformers

Medium Voltage Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled

Ingeteam provides highly performing LV / MV three phase oil-insulated type transformers. Power ratings are available up to 7,650 kVA, with voltage ratings (MV side) from 10 up to 36 kV.

The transformers are classified as per the IEC 60076 standard, offering the following benefits:

- Reduced power losses.
- Reduced maintenance needs.
- Suitable both for internal or external use.

The voltage value at the secondary winding (LV side) is compatible with the inverter output voltage from 366 V to 690 V.

STANDARD FUNCTIONS

- Reduced power losses. Other power losses upon request.
- Electrostatic shield reducing disturbances, distortions and overvoltages.
- DGPT2 / DMCR relay.
- Mineral oil insulation.

FUNCTIONS AVAILABLE UPON REQUEST

- Natural ester dielectric insulation fluid (fire point > 300 °C)
- Copper windings.
- Other functions available upon request.

MV Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled

General Information	
Category	Hermetic mineral oil-insulated transformer
Rated frequency	50 / 60Hz
Efficiency at rated power	Standard IEC or Tier II
Primary voltage regulator	± 2 x 2.5%
Insulation class	24 kV, 36 kV or 40.5 kV
Short-time withstand voltage	85 kV
Impulse withstand voltage	200 kV
Primary / secondary conductive material	Aluminium / Aluminium
Vector group	Dy11 for one C Series Inverter and Dd0y11 for two C Series Inverters
HV bushing	Type C - 40.5 kV 630 A ^②
Corrosion degree	C4H
Insulation oil	According to IEC 60292
No load current	< 1%
Max. Inrush current peak	< 12 x I _n ^②
Installation	Outdoor
Cooling type	ONAN
Max. altitude above sea level ^①	4,500 m
Short-circuit impedance at 75 °C	7.5%, 8% ^②
General features	Terminal board for primary voltage adjustment, lifting lugs, earthing terminal, electrostatic shield and DGPT2 / DMCR relay

Notes: ^① Double secondary required for four B Series Inverters or for two C Series Inverters ^② For installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	43

Figura 17 – Datasheet trasformatori A T/BT

4.1.8. INTERRUTTORI DI ALTA TENSIONE

Nello shelter metallico della Power station verrà posizionato un quadro di alta tensione 36kV, composto dai seguenti scomparti:

- n.1 unità di arrivo (sezionatore e sez di terra);
- n.1 unità protezione trafo (sezionatore e fusibili);
- n.1 unità di partenza (sezionatore e sez di terra)

4.1.9. QUADRI SERVIZI AUSILIARI

La power station sarà fornita dei quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti. Il quadro servizi ausiliari sarà diviso in tre sezioni:

- sezione in ingresso, nella quale confluisce la linea proveniente dal trafo AT/BT, protetta da appositi interruttori automatici;
- sezione ordinaria, nella quale sono presenti tutte le utenze ordinarie e non essenziali per il funzionamento della PS. In essa confluiscono due distinte linee (una proveniente dal trafo e l'altra da G.E., entrambe idonamente protette con interruttori automatici e con scaricatori di sovratensione SPD);
- sezione privilegiata, le cui utenze sono alimentate sotto UPS.

4.1.10. INVERTER

Presso ciascuna Power Station saranno presenti uno o due inverter, in funzione della taglia della Power station.

Gli inverte di cui si farà utilizzo sono della marca Ingeteam, modello Ingecon Sun 3825TL C600, di potenza nominale AC pari a 3.326 kVA @35°C.

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	44



Figura 18 – Inverter tipo

Di seguito si allega un estratto della scheda tecnica degli inverte utilizzati

INGECON® SUN 3825TL

Size and weight (mm and kg)



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.9

RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

45

INGECON® SUN 3825TL							
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
Input (DC)							
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,293 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V						
Maximum current	3,965 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	630 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
MPPT	1						
Input protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton						
Output (AC)							
Power @35 °C / @50 °C	3,326 kVA / 2,858 kVA	3,409 kVA / 2,929 kVA	3,492 kVA / 3,001 kVA	3,575 kVA / 3,072 kVA	3,658 kVA / 3,144 kVA	3,741 kVA / 3,215 kVA	3,824 kVA / 3,287 kVA
Current @35 °C / @50 °C	3,200 A / 2,750 A						
Rated voltage ⁽⁴⁾	600 V IT System	615 V IT System	630 V IT System	645 V IT System	660 V IT System	675 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor ⁽⁵⁾	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁶⁾	<3%						
Output protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
Features							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	8,500 W						
Stand-by or night consumption ⁽⁷⁾	< 180 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
General Information							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m³/h						
Average air flow	12,000 m³/h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	57 dB(A) at 10m / 49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 ...), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V_{mpp,min} is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating systems ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the "Voc" at low temperatures ⁽⁴⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽⁵⁾ For P_{out}>25% of the rated power ⁽⁶⁾ For P_{out}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"	
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI
		PAGINA
		46

4.1.11. TRASFORMATORE BT/BT

Presso ciascuna Power Station verrà installato un idoneo trasformatore BT/BT per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari BT-AUX . Di seguito le principali caratteristiche.

Tipologia	Resina
An	25 kVA
V1	0,60 kV
V2	0,40 kV
F	50 Hz
Gruppo	Dyn11
Vcc%	6%

Tabella 5 - Dati tecnici trasformatore BT/BT

4.1.12. UPS PER SERVIZI AUSILIARI

Verrà installato presso la Power Station un UPS per l'alimentazione dei servizi ausiliari presenti presso la PS. Il sistema UPS è dotato di DSP microprocessor control. Il sistema è costituito da un UPS base da 6.000 VA, al quale viene collegato un battery back di espansione, per garantire la necessaria copertura in termini di autonomia dei servizi ausiliari di base

4.1.13. SISTEMA CENTRALIZZATO DI COMUNICAZIONE

Presso ciascuna Power Station verrà installata la componentistica elettronica necessaria a consentire il controllo delle apparecchiature principali, quali inverter, misuratori, sistemi di ventilazione, sensori ambientali. Per il dettaglio di tale strumentazione si rimanda all'apposita relazione impianti.

X-ELIO 	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"	
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI
		PAGINA
		47

5. CALCOLO IMPIANTI AT

Nel presente capitolo si riportano i calcoli effettuati sull'impianto fotovoltaico in progetto, al fine di effettuare la verifica delle perdite di trasmissione e del carico delle singole linee nelle condizioni di massima produzione.

5.1. NORMATIVE E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Per la redazione della presente relazione sono stati utilizzati i seguenti documenti di riferimento:

- Catalogo cavi AT;
- Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1kV in c. a."
- Norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo"
- Norma CEI 20-21 "Cavi Elettrici – Calcolo della portata di corrente".

5.2. DATI PRINCIPALI

Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da un lotto, per un totale di n.7 campi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Sottocampo	Potenza (kW)
PS1	3351,04
PS2	7920,64
PS3	7806,40
PS4	4798,08
PS5	3922,24
PS6	2056,32
PS7	3351,04
Totale	33205,76

Tabella 6 - Suddivisione in campi

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo fisso e a inseguimento mono-assiale, fondate su pali infissi nel terreno.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di gran lunga superiore ai 25 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione.

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a **33205,76 kWp**,

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	48

intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Il generatore è composto complessivamente da 48.832 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 28 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da appositi string box, in numero totale di 111.

Da ciascun string box si diparte una linea in cavo interrato DC verso gli inverter centralizzati, siti presso le cabine di campo (Power station).

Gli string box convogliano la potenza verso sette distinte Power Station, consistenti in shelter metallici prefabbricati al cui interno sono ubicati gli inverter, i quadri di parallelo e di monitoraggio e controllo, il trasformatore AT/BT e i quadri di protezione e sezionamento AT. L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 7 campi di potenza variabile; ciascun campo a sua volta è suddiviso in un numero di sottocampi variabile da 12 a 16.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi variabili da 12 a 16 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 111), dove avviene il parallelo delle stringhe e i monitoraggi dei dati elettrici.

Da tali string box si dipartono le linee di collegamento verso gli inverter, posti presso le Power station, in numero di 1-2 inverter per ciascuna PS.

Coerentemente con quanto previsto dal preventivo di connessione, viene definita **la potenza in corrente alternata in immissione dell'impianto**, che risulta essere pari a 28 MW ac.

Tale potenza corrisponde alla massima potenza istantanea iniettata dall'impianto nella rete di trasmissione in alta tensione del gestore presso la cabina "Monreale 3", e, pertanto, definisce i termini contrattuali dell'immissione con il gestore ai fini del regolamento di esercizio.

Coerentemente con la distribuzione dei campi e dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per gli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

X-ELIO 	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"	
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI
		PAGINA
		49

5.3. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, tratte dalla norma CEI 11-17:

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 4%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

5.4. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

- P: potenza transitante;
- Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;
- R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;
- X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
- V: tensione di esercizio del cavo (36kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

- R: resistenza longitudinale del cavo;
- I: corrente transitante.

5.5. CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

I_z = portata effettiva del cavo

I_0 = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

X-ELIO 	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	50

K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

5.5.1 DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo saranno a norma CEI 20-13, HD 620. Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio lungo la tratta interrata, mentre in formazione piana lungo le brevi tratte di posa in passerella e/o canale metallico.

Ai fini del dimensionamento, si è tenuto conto di cavi di tipologia ARG7H1R 26/45 kV o equivalente. Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da miscela in G7 di qualità DIH2 e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con fili di rame rosso. Sopra lo schermo metallico sono presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene. La tensione nominale dei cavi è pari a 36kV

Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo.

Tipo	ARP1H5(AR)E o equivalente		
Tensione nominale [kV]:	26/45	26/45	26/45
Formazione e sezione [mm²]:	3 x 1 x 120	3 x 1 x 300	3 x 1 x 630
Resistenza a 90 °C [Ω/km]:	0,333	0,132	0,0739
Reattanza [Ω/km]:	0,13	0,12	0,10
Portata per posa interrata a 20°C [A]	288	458	725

Tabella 7 – Caratteristiche dei cavi

In fase esecutiva, sarà possibile fare uso di cavi del tipo “ad elica cordata”, analoghi dal punto di vista prestazionale a quelli sopra descritti, ma migliorativi dal punto di vista dell’impatto elettromagnetico, risultando questo nullo secondo la vigente normativa per la tipologia in esame.

A scopo cautelativo, considerate le diverse portate del cavo nelle differenti modalità di posa, **ai fini del calcolo si terrà conto delle condizioni peggiorative**, ossia quelle relative al **tratto con posa interrata**, intendendosi con esse verificate anche le altre condizioni di posa aventi parametri di calcolo migliorativi rispetto al caso in esame.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	51

5.5.2. *TEMPERATURA DEL TERRENO*

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in XLPE			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	0,96	0,93

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

5.5.3. *NUMERO DI TERNE PER SCAVO*

A scopo cautelativo, si è preso quale valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. In particolare, si considera la compresenza di n.1/2/3 terne di cavi AT all'interno della medesima sezione di scavo, posati direttamente interrati, come da sezioni tipo allegate al progetto..

Sulla base di ciò, sono stati applicati i seguenti fattori correttivi **K2**

	Distanza fra i circuiti 0,25 m		
N. circuiti	1	2	3
Coefficiente	1,00	0,86	0,78

5.5.4. *PROFONDITÀ DI POSA*

In generale, per tutte le linee elettriche AT, si prevede la posa dei cavi direttamente interrati, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio per tutte le tratte e di 1.20m per la posa al di fuori dell'impianto. In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa. Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	52

	Profondità di posa			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,10 (interpolato)	1,2
Coefficiente	1,00	0,98	0,97	0,96

Considerando il valore di posa di 1,10 il fattore sarà pari a $K3 = 0,97$, per le tratte interne al parco. Per le tratte esterne al parco, si farà uso del valore $K3 = 0,96$.

A scopo cautelativo, per tutte le condizioni si farà utilizzo del fattore più sfavorevole, pari a **$K3=0,96$** .

5.5.5. RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a $1,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$.

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **$K4 = 1$** .

5.5.6. TABULATI DI CALCOLO

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato AT. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

LINEE AT

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAR]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Δp %	Δp kW
RAMO A	PS6	PS7	3x1x120	960	3,33	67,46	288	2	0,801	230,64	25%	0,3197	0,125	1,093	0,13%	0,74%	4,364	0,13%	4,364
	PS7	PS5	3x1x120	1695	6,65	134,92	288	2	0,801	230,64	58%	0,5644	0,220	2,186	0,47%	0,61%	30,822	0,46%	30,822
	PS5	PS4	3x1x300	8	9,98	202,37	458	2	0,801	366,78	55%	0,0011	0,001	3,280	0,00%	0,13%	0,130	0,00%	0,130
	PS4	MTR	3x1x630	675	16,63	337,29	725	2	0,801	580,60	58%	0,0499	0,068	5,466	0,13%	0,13%	17,024	0,10%	17,024
RAMO B	PS1	PS2	3x1x120	285	3,33	67,46	288	2	0,801	230,64	29%	0,0949	0,037	1,093	0,04%	0,20%	1,296	0,04%	1,296
	PS2	MTR	3x1x300	870	9,98	202,37	458	2	0,801	366,78	55%	0,1148	0,104	3,280	0,17%	0,17%	14,110	0,14%	14,110
RAMO C	PS3	MTR	3x1x120	385	6,65	134,92	288	2	0,801	230,64	58%	0,1282	0,050	2,186	0,11%	0,11%	7,001	0,11%	7,001
	MVPS.1D	MVPS.2D	3x1x120	25	6,65	134,87	288	2	0,801	230,64	58%	0,0083	0,003	2,186	0,01%	0,02%	0,454	0,01%	0,454
BESS	MVPS.2D	MVPS.3D	3x1x300	25	13,30	269,75	458	2	0,801	366,78	74%	0,0033	0,003	4,371	0,01%	0,02%	0,720	0,01%	0,720
	MVPS.3D	MTR	3x1x630	40	19,95	404,62	725	2	0,801	580,60	70%	0,0030	0,004	6,557	0,01%	0,01%	1,452	0,01%	1,452
LINEA SSE	MTR	SSE	3x1x630	7750	16,63	337,29	725	2	0,801	580,60	58%	0,5727	0,775	5,466	1,53%	1,53%	195,465	1,18%	195,465
	MTR	SSE	3x1x630	7750	16,63	337,29	725	2	0,801	580,60	58%	0,5727	0,775	5,466	1,53%	1,53%	195,465	1,18%	195,465
															POTENZA COMPLESSIVA		33,260		
															PERDITE TOTALI RETE (kW)		468,304		
															PERDITE TOTALI RETE (%)		1,41%		

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	54

6. CALCOLO IMPIANTI BT

Al fine di poter collettare l'energia prodotta dai campi e poterla immettere in rete, il progetto dell'impianto fotovoltaico prevede una serie di opere accessorie, che nel loro complesso vengono indicate come impianto di connessione a rete.

6.1. TIPOLOGIA DI IMPIANTO

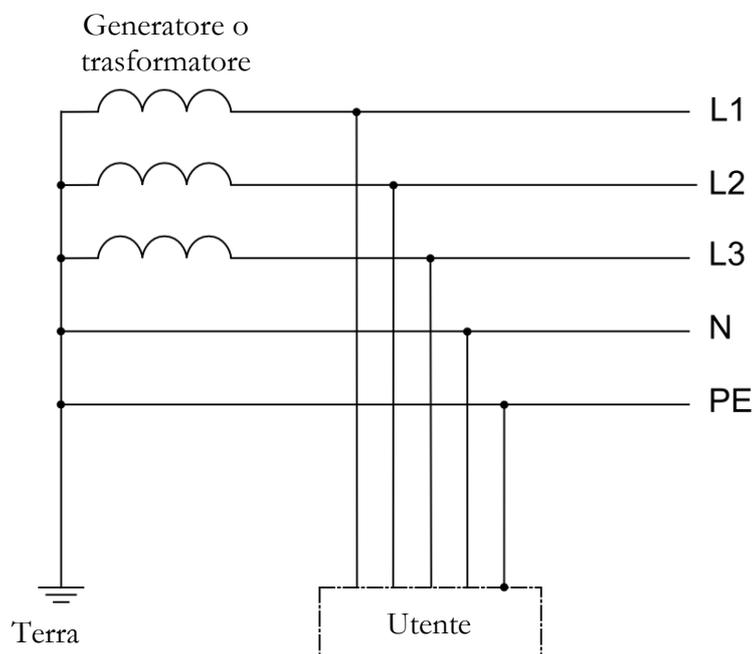
L'impianto elettrico da realizzare rientra tra gli impianti di prima categoria (classificazione CEI 64-8 Art 21.1 – distribuzione e utenze in c.a. con tensione nominale minore di 1000V) e prevede la realizzazione di cabina di trasformazione propria (fornitura a carico del gestore in A.T. con sistema TN-S).

In base all'Art.413.1.3 della sopracitata normativa si è attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TN-S.

L'impianto TN-S (CEI 64-8 Art. 312.2) è definito nel seguente modo:

- T collegamento diretto a terra di un punto del sistema elettrico (nel caso in particolare il neutro);
- N collegamento delle masse al punto del sistema elettrico collegato a terra;
- S conduttori di neutro e protezione separati.

Lo schema di connessione è mostrato nella figura seguente.



Nel rispetto di quanto sopra si opererà in base a quanto di seguito descritto.

Il centro stella del trasformatore, il conduttore di neutro, il conduttore di protezione ed il

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	55

conduttore di terra saranno collegati ad un unico collettore di terra (piastra metallica in rame o in ferro).

Per realizzare una corretta protezione contro i contatti indiretti, in accordo alla norma CEI 64-8/4, occorre rispettare la seguente relazione:

$$I \leq \frac{U_o}{Z_g} \quad (\text{CEI 64-8 Art. 413.1.3})$$

dove:

U_o = tensione nominale verso terra dell'impianto in Volt;

Z_g = impedenza totale in ohm del circuito di guasto, che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto dove si verifica il guasto e il tratto del conduttore di protezione PE tra il punto del guasto e la sorgente (valore in ohm);

I = valore in ampere della corrente d'intervento entro 5 sec. del dispositivo di protezione.

In pratica (verificate le I_{cc} minime verso terra), per soddisfare questa condizione nei quadri elettrici dell'impianto di sollevamento sono previsti degli interruttori automatici di tipo magnetotermico con intervento istantaneo, a protezione di tutti i circuiti in partenza dai quadri elettrici. Inoltre, in tutti i circuiti terminali sono stati previsti interruttori automatici ad intervento differenziale ad alta sensibilità, al fine di ottenere una protezione aggiuntiva contro i contatti diretti.

6.2. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti ha lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti con parti elettricamente attive, che sono in tensione durante il normale esercizio dell'impianto.

Essa può essere realizzata mediante l'isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere, al fine di realizzare una protezione totale, o mediante ostacoli e distanziamento, al fine di fornire una protezione parziale. In aggiunta ad esse, può essere realizzata una protezione aggiuntiva mediante l'utilizzo di interruttori differenziali con corrente differenziale nominale di valore non superiore a 30 mA.

La norma CEI 64-8, prescrive che a tutti i componenti dell'impianto sia applicata una misura di protezione contro i contatti diretti. Nel caso in esame, trattandosi d'impianti accessibili anche a persone non aventi conoscenze tecniche o esperienza sufficiente a evitare i pericoli dell'elettricità (persone non addestrate), è necessario adottare le misure di protezione totale citate in precedenza.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	56

6.3. ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE

Le parti che sono normalmente in tensione devono essere ricoperte completamente da un isolamento non rimovibile, se non per distruzione dello stesso, rispondente ai requisiti richiesti dalle norme di fabbricazione del relativo componente. L'isolamento deve resistere agli sforzi meccanici, chimici, elettrici e termici che possono manifestarsi durante il normale funzionamento dell'impianto. Considerando, per esempio, un cavo elettrico, si dovrà provvedere alla sua protezione da calpestii, strappi, surriscaldamenti, ecc. nel caso che questi possano verificarsi durante l'esercizio, mediante le appropriate modalità di posa.

Se l'isolamento è applicato durante l'installazione del componente, la sua efficacia deve essere equivalente a quella di analoghi componenti costruiti in fabbrica.

6.4. PROTEZIONE CON INVOLUCRI E BARRIERE

E' evidente che vi sono delle parti attive, come i morsetti, gli interruttori di sezionamento, i quadri elettrici, ecc... che devono essere accessibili e non possono essere completamente isolate. In questi casi la protezione può essere effettuata tramite involucri e barriere.

Gli involucri assicurano un determinato grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi o liquidi, mentre le barriere sono degli elementi che assicurano un determinato grado di protezione contro i contatti diretti solo lungo le normali direzioni d'accesso.

Il grado minimo di protezione richiesto dalla norma CEI 64-8 è IP2X, ossia protetto dai corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm, o IPXXB, ossia inaccessibilità al dito di prova. Per le superfici superiori di involucri orizzontali a portata di mano è richiesto un grado di protezione minimo IP 4X, corrispondente alla protezione contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm, o IPXXD, ossia inaccessibilità al filo di prova di 1 mm. Questa regola non si applica a quei componenti che, per la loro specifica funzione, non ammettono il grado di protezione richiesto, come i portalampade e certi tipi di portafusibili.

Se la protezione è realizzata durante l'installazione sul posto, è richiesta una distanza minima fra le barriere o involucri e le parti attive di almeno 40 mm.

In base all'art. 412.5 della norma 64-8, è stata inoltre prevista la protezione addizionale contro i contatti indiretti mediante l'uso d'interruttori differenziali con corrente d'intervento non superiore a 30 mA in tutti i circuiti terminali previsti.

6.5. CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	57

(Azimut);

- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- Perdite per riflessione.
- perdite per ombreggiamento.
- Perdite per mismatching.
- Perdite per effetto della temperatura.
- Perdite nei circuiti in continua.
- Perdite negli inverter.
- Perdite nei circuiti in alternata.

Per il calcolo dettagliato dell'energia producibile dall'impianto, si rimanda alla specifica relazione R.10.

6.6. CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-00 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

Tensioni MPPT

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a 60 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ($V_{mppt\ min}$).

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a 0 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ($V_{mppt\ max}$).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

Tensione massima

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a 0 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

Tensione massima modulo

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	58

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a 0 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

Corrente massima

Corrente massima (corto circuito) generata, I_{sc} , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

Dimensionamento

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 137 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

X-ELIO 	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"	
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI
		PAGINA
		59

6.8. VERIFICHE ELETTRICHE

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C (976 V) maggiore di V _{mppt min.} (500 V)	VERIFICATO
V _m a 20°C (1115 V) minore di V _{mppt max.} (1500 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (1441 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 500 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (1441 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (203 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (234 A)	VERIFICATO

Nel seguito, si da dettaglio della verifica dei parametri di funzionamento di ciascun campo.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	60

6.8.1 CAMPO PS1

Il campo denominato PS1 Si compone di 11 sottocampi, a ciascuno dei quali corrispondono 1 string box, uno per ogni relativo sottocampo, e 1 inverter per l'intera power station.

Pertanto, il campo risulta così composto.

CAMPO	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo +	Lunghezza Cavo -	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza string box [kW]	Potenza DC inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC
PS1	TX1	ZONA 1	16	127	127	275,04	448	304,64	3351,04	3326	1,008	3351,04	3326
		ZONA 1	16	185	185	275,04	448	304,64					
		ZONA 1	16	203	203	275,04	448	304,64					
		ZONA 1	16	228	228	275,04	448	304,64					
		ZONA 1	16	246	246	275,04	448	304,64					
		ZONA 1	16	273	273	275,04	448	304,64					
		ZONA 1	16	249	249	275,04	448	304,64					
		ZONA 1	16	337	337	275,04	448	304,64					
		ZONA 1	16	350	350	275,04	448	304,64					
		ZONA 1	16	394	394	275,04	448	304,64					
		ZONA 1	16	553	553	275,04	448	304,64					

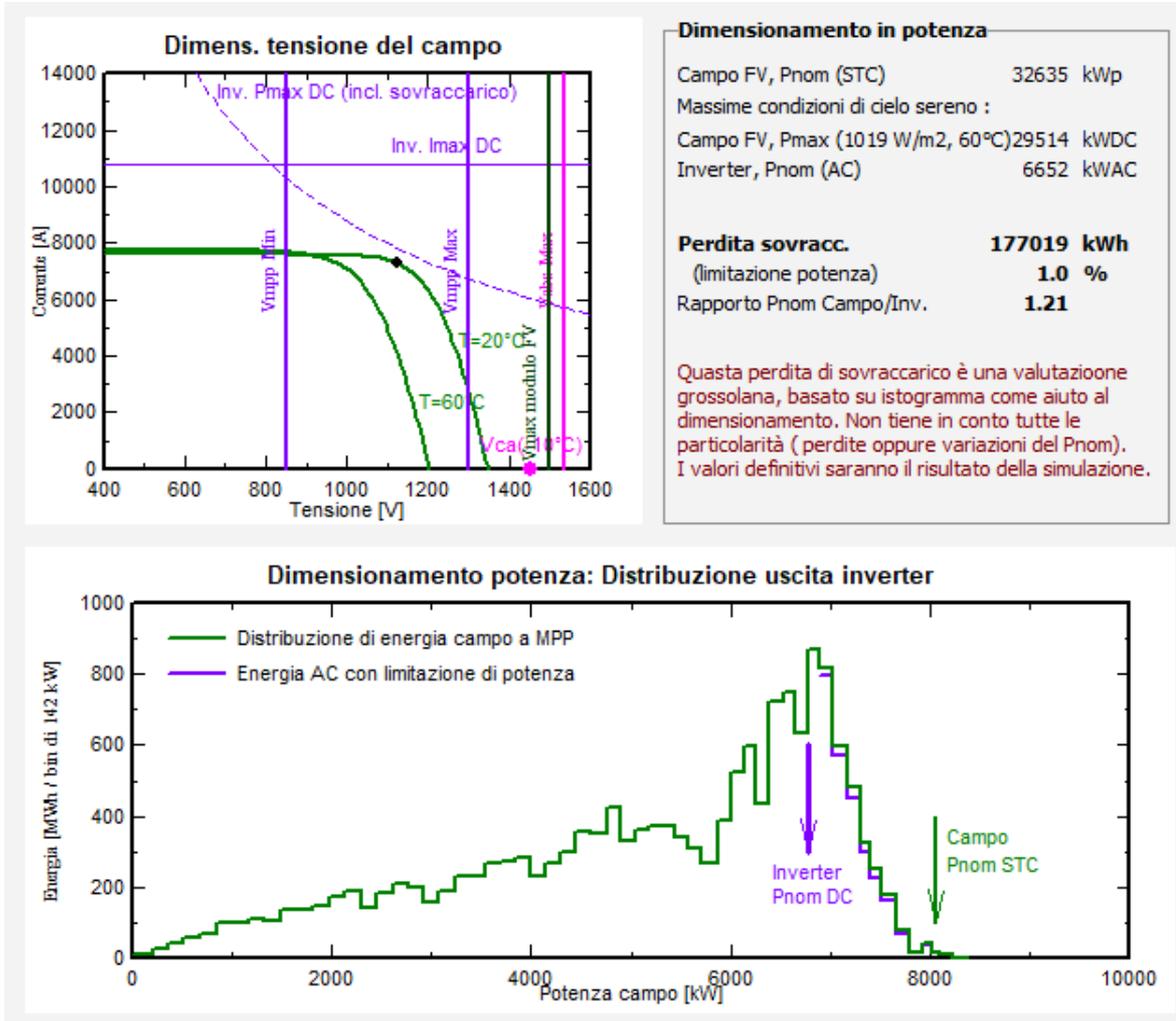
In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	61





PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.9

RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

62

6.8.2. CAMPO PS2

Il campo denominato PS2 si compone di 27 sottocampi, a ciascuno dei quali corrispondono 1 string box, uno per ogni relativo sottocampo, e 2 inverter per l'intera power station.

Pertanto, il campo risulta così composto.

CAMPO	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo +	Lunghezza Cavo -	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza string box [kW]	Potenza DC inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC
PS2	TX2.A	ZONA 2	16	328	328	275,04	448	304,64	3846,08	3326	1,156	7920,64	6652
		ZONA 2	16	385	385	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	16	336	336	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	16	293	293	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	16	253	253	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	16	303	303	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	16	352	352	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	14	262	262	240,66	392	266,56					
		ZONA 2	16	225	225	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	16	206	206	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	16	203	203	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	16	276	276	275,04	448	304,64					
		ZONA 2	12	68	68	206,28	336	228,48					
		TX2.B	ZONA 2	16	126	126	275,04	448					
	ZONA 2		16	171	171	275,04	448	304,64					
	ZONA 2		16	210	210	275,04	448	304,64					
	ZONA 2		16	223	223	275,04	448	304,64					
	ZONA 2		16	276	276	275,04	448	304,64					
	ZONA 2		16	411	411	275,04	448	304,64					
	ZONA 2		16	511	511	275,04	448	304,64					
	ZONA 2		16	460	460	275,04	448	304,64					
	ZONA 2		16	478	478	275,04	448	304,64					
	ZONA 2		16	573	573	275,04	448	304,64					
	ZONA 2		14	588	588	240,66	392	266,56					
	ZONA 2		12	445	445	206,28	336	228,48					
	ZONA 2		12	610	610	206,28	336	228,48					
	ZONA 2	16	570	570	275,04	448	304,64						

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

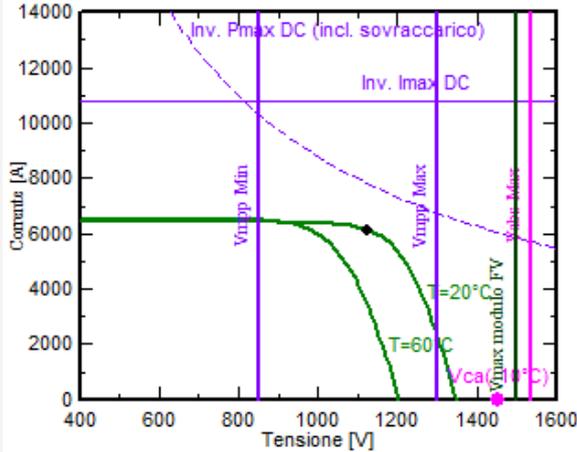
TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	63

Dimens. tensione del campo



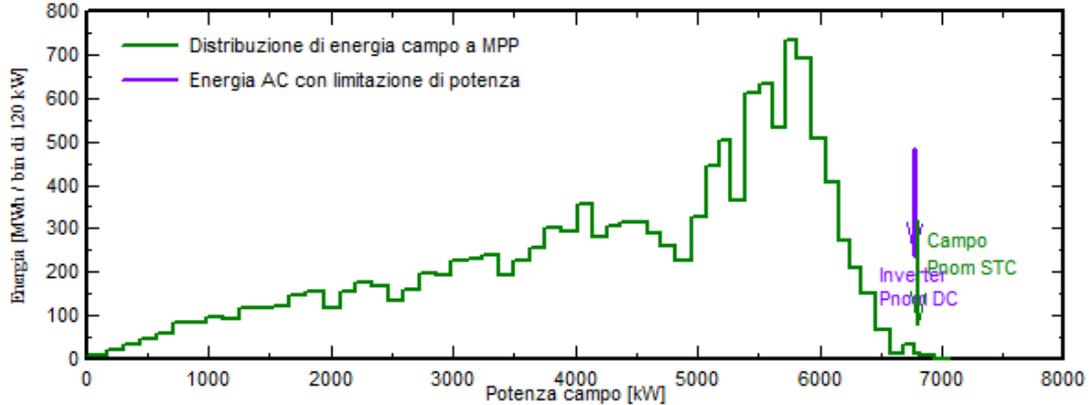
Dimensionamento in potenza

Campo FV, Pnom (STC) 32635 kWp
 Massime condizioni di cielo sereno :
 Campo FV, Pmax (1019 W/m², 60°C) 29514 kWDC
 Inverter, Pnom (AC) 6652 kWAC

Perdita sovracc. 100 kWh
 (limitazione potenza) 0.0 %
 Rapporto Pnom Campo/Inv. 1.02

Questa perdita di sovraccarico è una valutazione grossolana, basato su istogramma come aiuto al dimensionamento. Non tiene in conto tutte le particolarità (perdite oppure variazioni del Pnom). I valori definitivi saranno il risultato della simulazione.

Dimensionamento potenza: Distribuzione uscita inverter



	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	64

6.8.3. CAMPO PS3

Il campo denominato PS3 si compone di 26 sottocampi, a ciascuno dei quali corrispondono 1 string box, uno per ogni relativo sottocampo, e 2 inverter per l'intera power station.

Pertanto il campo risulta così composto.

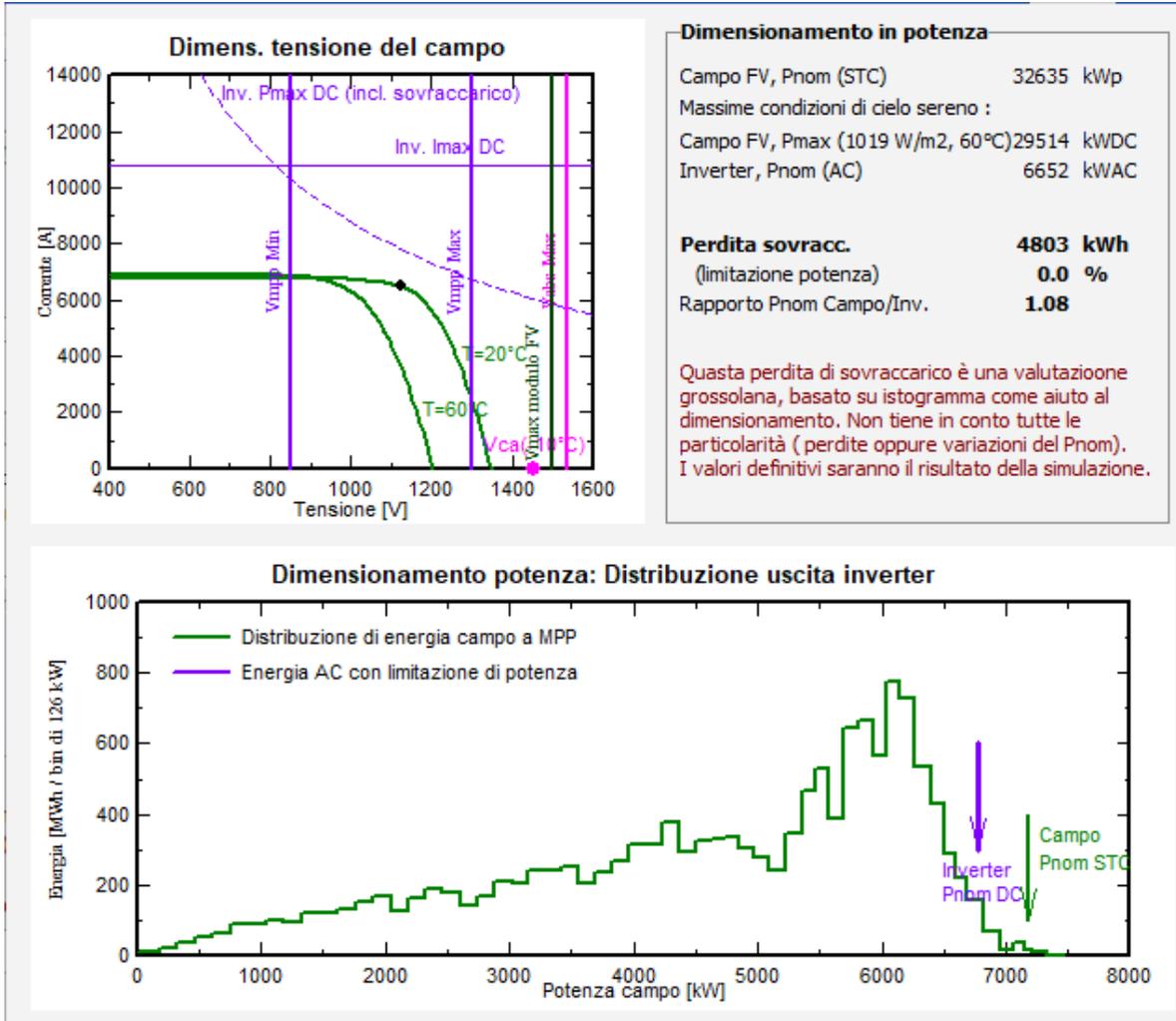
CAMPO	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo +	Lunghezza Cavo -	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza string box [kW]	Potenza DC inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC
PS3	TX3.A	ZONA 3	16	256	256	275,04	448	304,64	3922,24	3326	1,179	7806,4	6652
		ZONA 3	16	305	305	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	354	354	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	404	404	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	248	248	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	14	298	298	240,66	392	266,56					
		ZONA 3	16	258	258	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	202	202	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	155	155	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	248	248	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	310	310	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	266	266	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	189	189	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	157	157	275,04	448	304,64					
	ZONA 3	16	120	120	275,04	448	304,64						
	TX3.B	ZONA 3	16	83	83	275,04	448	304,64	3884,16	3326	1,168	7806,4	6652
		ZONA 3	16	121	121	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	151	151	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	183	183	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	255	255	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	122	122	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	173	173	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	16	197	197	275,04	448	304,64					
		ZONA 3	14	253	253	240,66	392	266,56					
		ZONA 3	14	228	228	240,66	392	266,56					
		ZONA 3	16	191	191	275,04	448	304,64					

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)



	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	66

6.8.4. CAMPO PS4

Il campo denominato PS4 si compone di 16 sottocampi, a ciascuno dei quali corrispondono 1 string box, uno per ogni relativo sottocampo, e 1 inverter per l'intera power station.

Pertanto il campo risulta così composto.

CAMPO	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo +	Lunghezza Cavo -	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza string box [kW]	Potenza DC inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC
PS4 (FIXED)	TX4	ZONA 4	16	272	272	275,04	448	304,64	4798,08	3824	1,255	4798,08	3824
		ZONA 4	16	346	346	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	135	135	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	145	145	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	164	164	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	183	183	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	202	202	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	221	221	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	240	240	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	43	43	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	61	61	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	75	75	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	107	107	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	122	122	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	16	149	149	275,04	448	304,64					
		ZONA 4	12	168	168	206,28	336	228,48					

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

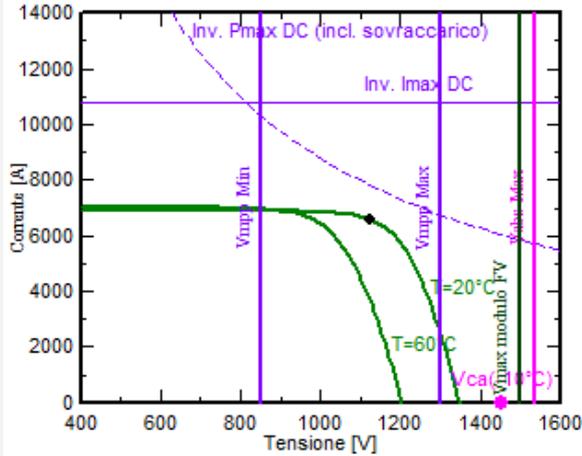
TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	67

Dimens. tensione del campo

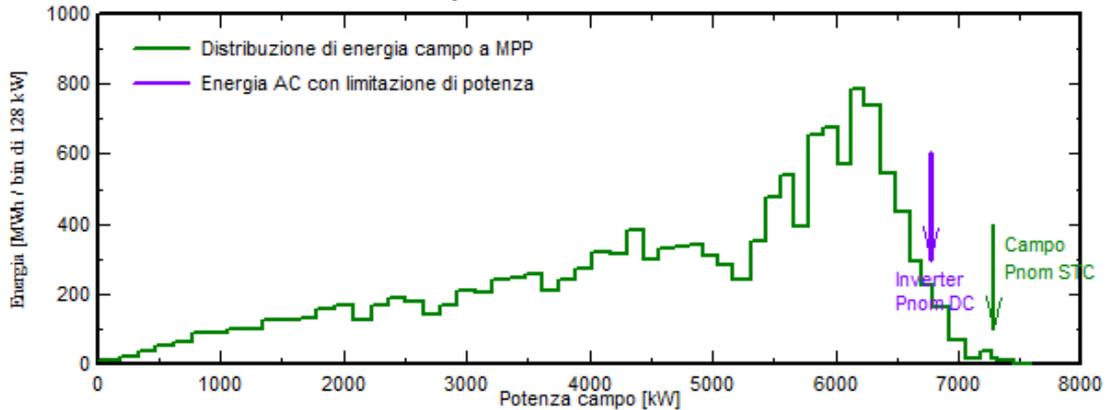


Dimensionamento in potenza

Campo FV, Pnom (STC)	32635 kWp
Massime condizioni di cielo sereno :	
Campo FV, Pmax (1019 W/m ² , 60°C)	29514 kWDC
Inverter, Pnom (AC)	6652 kWAC
Perdita sovracc. (limitazione potenza)	8752 kWh 0.1 %
Rapporto Pnom Campo/Inv.	1.10

Quasta perdita di sovraccarico è una valutazione grossolana, basato su istogramma come aiuto al dimensionamento. Non tiene in conto tutte le particolarità (perdite oppure variazioni del Pnom). I valori definitivi saranno il risultato della simulazione.

Dimensionamento potenza: Distribuzione uscita inverter



X-ELIO 	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	68

6.8.5. CAMPO PS5

Il campo denominato PS5 si compone di 13 sottocampi, a ciascuno dei quali corrispondono 1 string box, uno per ogni relativo sottocampo, e 1 inverter per l'intera power station.

Pertanto, il campo risulta così composto.

CAMPO	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo +	Lunghezza Cavo -	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza string box [kW]	Potenza DC inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC
PSS	TX5	ZONA 5	16	355	355	275,04	448	304,64	3922,24	3326	1,179	3922,24	3326
		ZONA 5	16	315	315	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	330	330	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	285	285	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	295	295	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	285	285	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	245	245	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	245	245	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	205	205	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	230	230	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	230	230	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	16	195	195	275,04	448	304,64					
		ZONA 5	14	160	160	240,66	392	266,56					

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

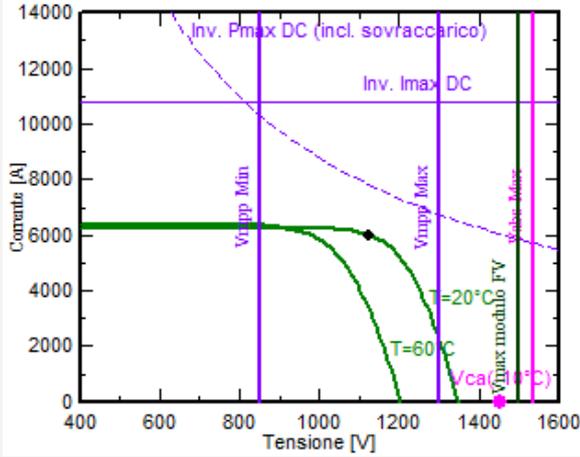
TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	69

Dimens. tensione del campo



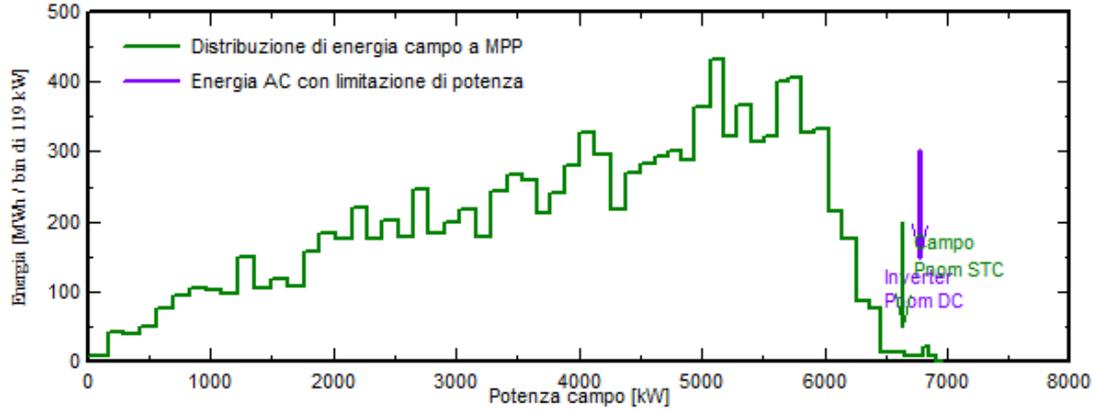
Dimensionamento in potenza

Campo FV, Pnom (STC) 9806 kWp
 Massime condizioni di cielo sereno :
 Campo FV, Pmax (1064 W/m², 60°C) 9245 kWDC
 Inverter, Pnom (AC) 6652 kWAC

Perdita sovracc. **0.0 kWh**
 (limitazione potenza) **0.0 %**
 Rapporto Pnom Campo/Inv. **1.00**

Questa perdita di sovraccarico è una valutazione grossolana, basata su istogramma come aiuto al dimensionamento. Non tiene in conto tutte le particolarità (perdite oppure variazioni del Pnom). I valori definitivi saranno il risultato della simulazione.

Dimensionamento potenza: Distribuzione uscita inverter



	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	70

6.8.6. CAMPO PS6

Il campo denominato PS6 si compone di 7 sottocampi, a ciascuno dei quali corrispondono 1 string box, uno per ogni relativo sottocampo, e 1 inverter per l'intera power station.

Pertanto, il campo risulta così composto.

CAMPO	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo +	Lunghezza Cavo -	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza string box [kW]	Potenza DC inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC
PS6	ZONA 6	16	108	115	115	275,04	448	304,64	2056,32	3326	0,618	2056,32	3326
	ZONA 6	16		170	170	275,04	448	304,64					
	ZONA 6	16		175	175	275,04	448	304,64					
	ZONA 6	16		205	205	275,04	448	304,64					
	ZONA 6	16		230	230	275,04	448	304,64					
	ZONA 6	16		260	260	275,04	448	304,64					
	ZONA 6	12		275	275	206,28	336	228,48					

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

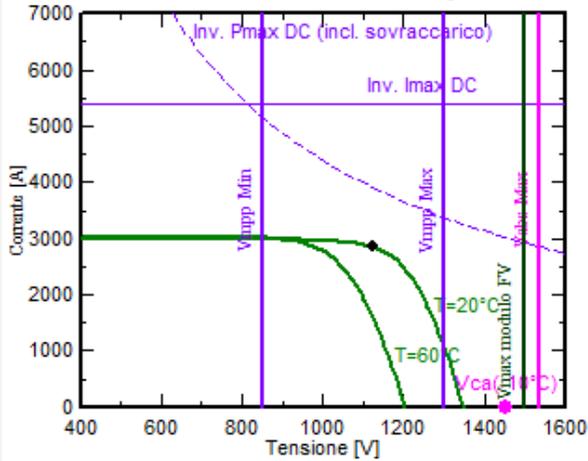
TENSIONI MPPT	
Vm a 60 °C maggiore di Vmppt min.	VERIFICATO
Vm a 0 °C minore di Vmppt max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
Voc a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	71

Dimens. tensione del campo



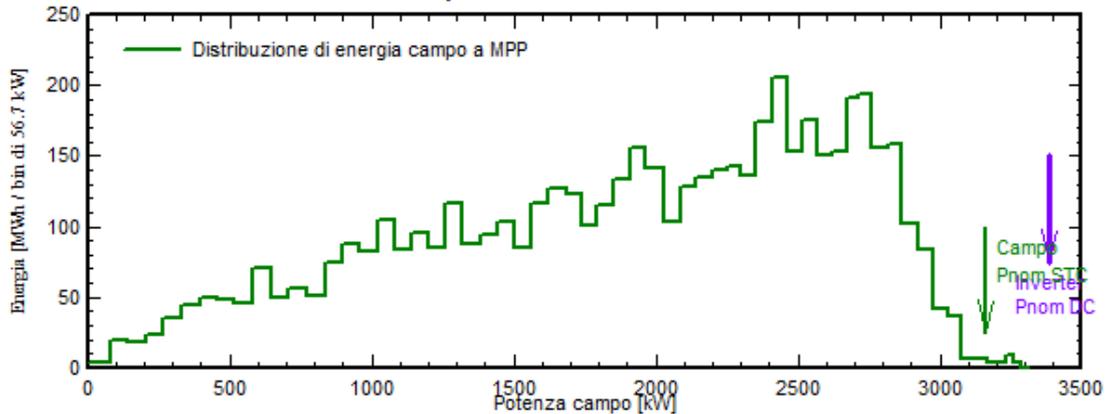
Dimensionamento in potenza

Campo FV, Pnom (STC) 9806 kWp
 Massime condizioni di cielo sereno :
 Campo FV, Pmax (1064 W/m², 60°C) 9245 kWDC
 Inverter, Pnom (AC) 3326 kWAC

Perdita sovracc. 0.0 kWh
 (limitazione potenza) 0.0 %
 Rapporto Pnom Campo/Inv. 0.95

Questa perdita di sovraccarico è una valutazione grossolana, basata su istogramma come aiuto al dimensionamento. Non tiene in conto tutte le particolarità (perdite oppure variazioni del Pnom). I valori definitivi saranno il risultato della simulazione.

Dimensionamento potenza: Distribuzione uscita inverter



X-ELIO 	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	72

6.8.7. CAMPO PS7

Il campo denominato PS7 si compone di 11 sottocampi, a ciascuno dei quali corrispondono 1 string box, uno per ogni relativo sottocampo, e 1 inverter per l'intera power station.

Pertanto, il campo risulta così composto.

CAMPO	ZONA	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	N STRINGHE TOTALI	Lunghezza Cavo +	Lunghezza Cavo -	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza string box [kW]	Potenza DC inverter [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC
PS7	TX7	ZONA 7	16	200	200	275,04	448	304,64	3351,04	3326	1,008	3351,04	3326
		ZONA 7	16	160	160	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16	285	285	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16	345	345	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16	125	125	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16	105	105	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16	225	225	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16	275	275	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16	315	315	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16	120	120	275,04	448	304,64					
		ZONA 7	16	230	230	275,04	448	304,64					

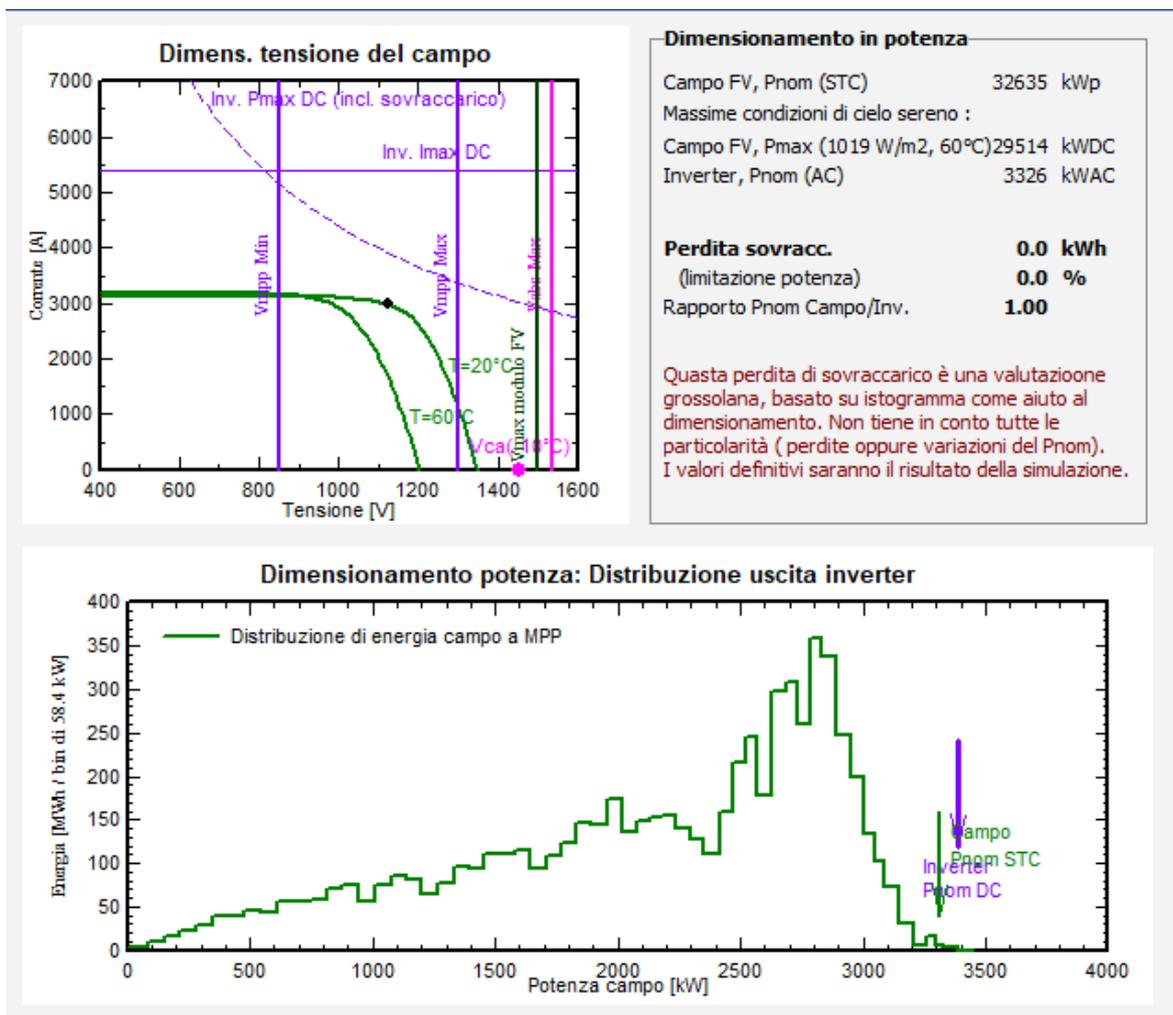
In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 60 °C maggiore di V _{mppt} min.	VERIFICATO
V _m a 0 °C minore di V _{mppt} max.	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. dell'inverter	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 0 °C inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata inferiore alla corrente max. dell'inverter	VERIFICATO

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSystem, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	73



6.9. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE

Relativamente all'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, tutte le opere saranno realizzate secondo in conformità con quanto disposto dal D.lgs. 81/08.

Le strutture metalliche degli edifici e delle opere provvisorie, i recipienti e gli apparecchi metallici di notevoli dimensioni e situati all'aperto, saranno elettricamente a terra in modo da garantire la dispersione delle scariche atmosferiche.

In sede di progettazione esecutiva verrà eseguito il calcolo della probabilità di fulminazione ai sensi della norma CEI 81-1 per verificare la necessità o meno di proteggere i ponteggi ed eventuali gru a torre contro le scariche atmosferiche.

Nel caso in cui il calcolo determinasse la necessità di protezione, l'impianto sarà realizzato da tecnico qualificato e regolarmente denunciato agli Enti competenti in ottemperanza con quanto previsto dal DPR 462/2001 entro 30 giorni dall'inizio dell'attività in cantiere.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33,2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	74

7. DATASHEET

7.1. MODULI FOTOVOLTAICI

NewT@N

N-TYPE BIFACIAL MODULE



RSM132-8-665BNDG-690BNDG

132 CELL N-type Module	665-690Wp Power Output Range
1500VDC Maximum System Voltage	22.2% Maximum Efficiency

KEY SALIENT FEATURES

- Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing
- N-type solar cell without LID caused by B-O , power degradation in 1st year is no more than 1%
- Better Temperature Coefficient
- Bifacial technology enables additional energy harvesting from rear side (up to 30%)
- Excellent low irradiance performance
- Excellent PID resistance
- Positive power tolerance of 0~+3%
- Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product
- Module Imp binning radically reduces string mismatch losses
- Excellent wind load 2400Pa & snow load 5400Pa under certain installation method
- Comprehensive product and system certification
 - ◆ IEC61215:2016; IEC61730-1/-2:2016;
 - ◆ ISO 9001:2015 Quality Management System
 - ◆ ISO 14001:2015 Environmental Management System
 - ◆ ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management System



* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Risen Energy sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

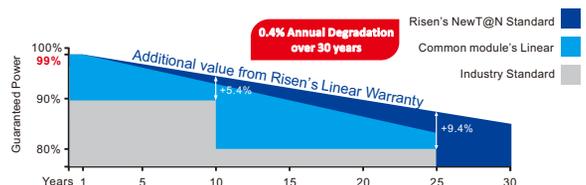
RISEN ENERGY CO., LTD.

Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 year Product Warranty / 30 year Linear Power Warranty

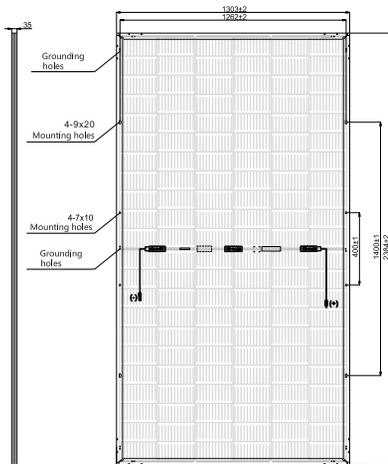


★ Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd



Preliminary
For Global Market

Dimensions of PV Module Unit: mm



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-665BNDG	RSM132-8-670BNDG	RSM132-8-675BNDG	RSM132-8-680BNDG	RSM132-8-685BNDG	RSM132-8-690BNDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	665	670	675	680	685	690
Open Circuit Voltage-Voc(V)	46.98	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	17.84	17.90	17.96	18.02	18.08	18.14
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.16	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Imp(A)	16.99	17.04	17.09	17.14	17.19	17.24
Module Efficiency (%) ★	21.4	21.6	21.7	21.9	22.1	22.2

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.
Bifacial factor: 80%±5 ★ Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain

	732	737	743	749	754	760
Total Equivalent power -Pmax (Wp)	732	737	743	749	754	760
Open Circuit Voltage-Voc(V)	46.98	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	19.62	19.69	19.76	19.82	19.89	19.95
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.16	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Imp(A)	18.69	18.74	18.80	18.85	18.91	18.96

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM132-8-665BNDG	RSM132-8-670BNDG	RSM132-8-675BNDG	RSM132-8-680BNDG	RSM132-8-685BNDG	RSM132-8-690BNDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	503.8	507.6	511.4	515.3	519.1	523.0
Open Circuit Voltage-Voc (V)	43.69	43.87	44.04	44.22	44.40	44.57
Short Circuit Current-Isc (A)	14.63	14.68	14.73	14.78	14.83	14.87
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	36.34	36.51	36.67	36.84	37.01	37.18
Maximum Power Current-Imp (A)	13.86	13.90	13.95	13.99	14.03	14.07

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	N-type
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	41kg
Substrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)/350mm, Negative(-)/230mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	42°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.26%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.046%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.32%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

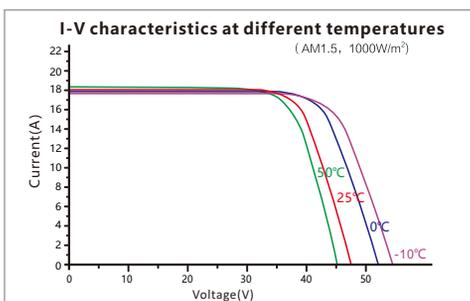
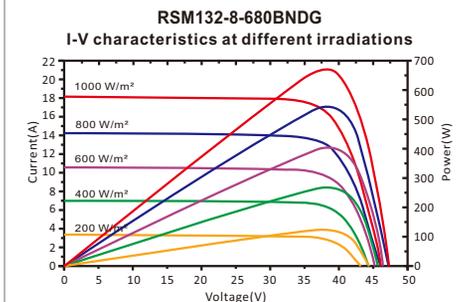
PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	558
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	18
Box gross weight[kg]	1315

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

©2022 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice.
No special undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surroundings is granted unless as otherwise specifically committed by manufacturer in contract document.

THE POWER OF RISING VALUE



Our Partners:



	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	76

6.2. POWER STATION



TURNKEY SOLUTION

for utility-scale PV plants
with central inverters

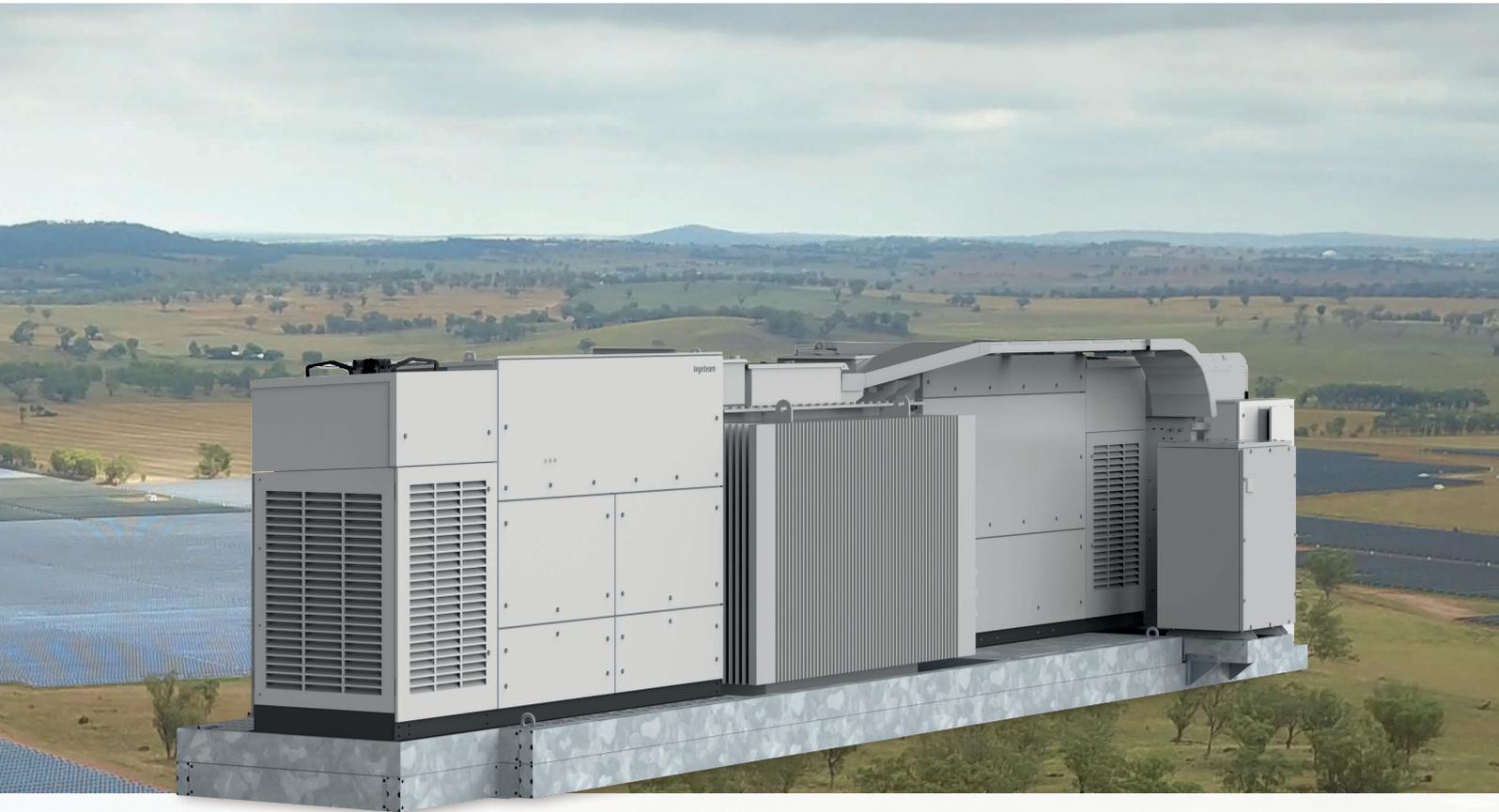
Ingeteam



ALL-IN-ONE PLUG & PLAY SOLUTION

This turnkey power station integrates all the elements into a Full Skid solution:

- INGECON SUN® 3POWER PV INVERTERS
- LV / MV TRANSFORMER
- MV SWITCHGEAR
- AUXILIARY SERVICES PANEL
- AUXILIARY SERVICES TRANSFORMER



INGECON® SUN FSK C Series

Medium voltage Power Station customized up to 7.65 MVA, with all the components supplied on top of the same skid platform

This medium-voltage solution integrates all the necessary elements to develop a large-scale solar PV plant.

Maximize your investment with a minimal effort

Ingeteam's FSK power station is a compact, customizable and flexible solution that can be configured to suit each customer's requirements. It is supplied together with up to two photovoltaic inverters. All the equipment is suitable for outdoor installation, so there is no need of any kind of housing.

Higher adaptability and power density

This power station is now more versatile, as it presents the MV transformer integrated into a steel platform together with the LV and MV components, including the PV inverters. Moreover, it features one of the market's greatest power densities.

Plug & Play technology

This MV solution integrates power conversion equipment (up to 7.65 MVA), liquid-filled hermetically sealed transformer up to 36 kV and provision for low voltage equipment. The MV Skid is delivered pre-assembled for a fast on-site connection with up to two PV inverters from Ingeteam's INGECON® SUN 3Power C Series inverter family.

Complete accessibility

Thanks to the lack of housing, the inverters, the auxiliary services panel, the MV switchgear and the transformer can have immediate access. Furthermore, the design of the 3Power C Series central inverters has been conceived to facilitate maintenance and repair works.

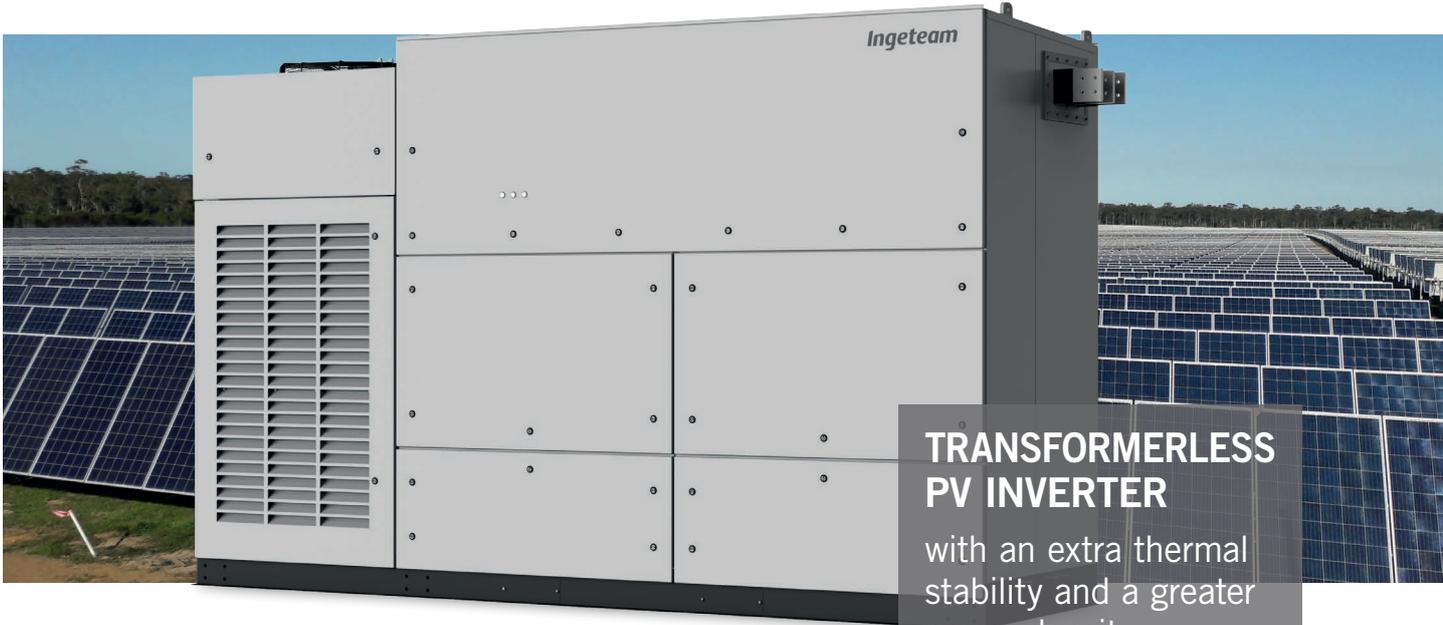
Maximum protection

Ingeteam's 3Power C Series central inverters feature an IP65 protection class for their power stacks thanks to a combined water and air cooling system that optimises the operating temperature of the power electronics.

Apart from that, they feature the main electrical protections and they deploy grid support functionalities, such as low voltage ride-through capability, reactive power deliverance and active power injection control.

TURNKEY SOLUTION

for utility-scale PV plants with central inverters



**TRANSFORMERLESS
PV INVERTER**
with an extra thermal
stability and a greater
power density

Up to 3.8 MVA at 1,500 V

Greater power density

This solar PV inverter achieves a market-leading power density of 492 kVA/m³, as it provides up to 3,825 kVA in just one power stack.

Latest generation electronics

The INGECON® SUN 3Power C Series PV inverter features an innovative control unit that performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor.

Liquid Cooling System (LCS)

Ingeteam has already supplied +52 GW of liquid-cooled wind power converters worldwide. It offers a greater thermal stability and a more optimized component usage. The LCS has been designed to refrigerate the IGBTs, the power phases and the IP65 compartment. It features less moving components, so it consumes a lower amount of power and it requires less maintenance works.

The LCS is a closed circuit supplied totally filled and purged, equipped with fast connectors with an anti-dripping system, so it offers zero risk of particle entrance. It has been designed to avoid siphons in order to easily purge it if necessary. The coolant used is a biodegradable glycol water mixture. There is no need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

IP65 protection

A secondary liquid cooling system is used to refrigerate the air inside the IP65-protected compartment. A water-air heat exchanger is used for that. This compartment contains the power and control electronics, the DC fuses, the DC and AC protections, the busbars and the power phases.

Monitoring and communication

Dual Ethernet to communicate with the SCADA and the PPC (power plant controller). Moreover, it features Wi-Fi communication as access point to connect with the inverter during commissioning and O&M works. Ingeteam's advanced PV plant monitoring system INGECON® SUN Monitor is also available at no extra cost. The Smartphone application of the INGECON® SUN Monitor -available on the App Store and on the Play Store- makes it easier and more comfortable to monitor the PV plant.

Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.

Advanced grid support



Low Voltage Ride Through



Fast Frequency Regulation



Reactive Power at Night



Voltage Droop Control



Active Power Reserve Without Batteries



Grid Following & Grid Forming



Black Start Capability



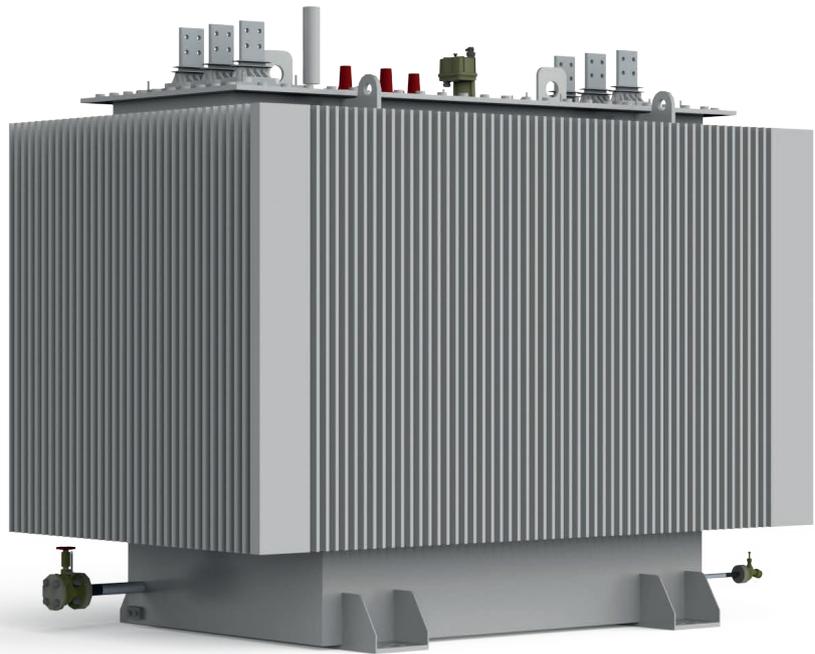
Automatic Voltage Regulation

INGECON® SUN 3825TL							
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
Input (DC)							
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,293 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V						
Maximum current	3,965 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	630 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
MPPT	1						
Input protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton						
Output (AC)							
Power @35 °C / @50 °C	3,326 kVA / 2,858 kVA	3,409 kVA / 2,929 kVA	3,492 kVA / 3,001 kVA	3,575 kVA / 3,072 kVA	3,658 kVA / 3,144 kVA	3,741 kVA / 3,215 kVA	3,824 kVA / 3,287 kVA
Current @35 °C / @50 °C	3,200 A / 2,750 A						
Rated voltage ⁽⁴⁾	600 V IT System	615 V IT System	630 V IT System	645 V IT System	660 V IT System	675 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor ⁽⁵⁾	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁶⁾	<3%						
Output protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
Features							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	9,000 W						
Stand-by or night consumption ⁽⁷⁾	< 180 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
General Information							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m³/h						
Average air flow	12,000 m³/h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	57 dB(A) at 10m / 49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 ...), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V_{mpp}.min is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating systems ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the 'V_{oc}' at low temperatures ⁽⁴⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽⁵⁾ For P_{out}>25% of the rated power ⁽⁶⁾ For P_{out}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

TURNKEY SOLUTION

for utility-scale PV plants with central inverters



Three-phase oil-insulated LV / MV transformers

Medium Voltage Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled

Ingeteam provides highly performing LV / MV three phase oil-insulated type transformers. Power ratings are available up to 7,650 kVA, with voltage ratings (MV side) from 10 up to 36 kV.

The transformers are classified as per the IEC 60076 standard, offering the following benefits:

- Reduced power losses.
- Reduced maintenance needs.
- Suitable both for internal or external use.

The voltage value at the secondary winding (LV side) is compatible with the inverter output voltage from 366 V to 690 V.

STANDARD FUNCTIONS

- Reduced power losses. Other power losses upon request.
- Electrostatic shield reducing disturbances, distortions and overvoltages.
- DGPT2 / DMCR relay.
- Mineral oil insulation.

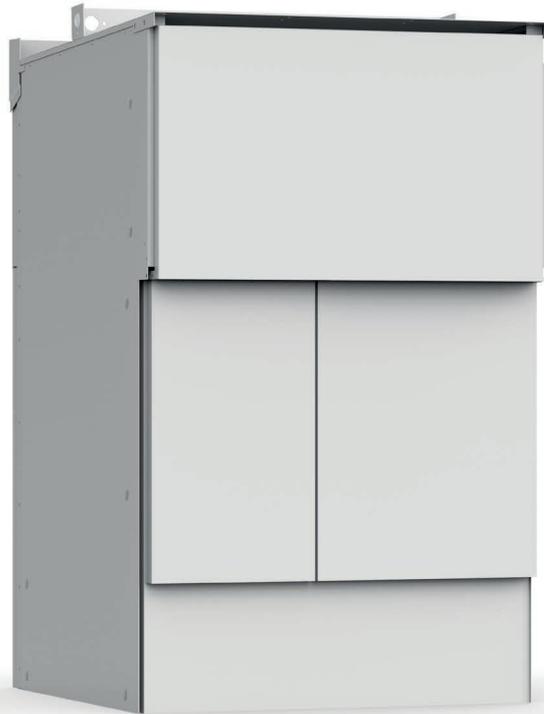
FUNCTIONS AVAILABLE UPON REQUEST

- Natural ester dielectric insulation fluid (fire point > 300 °C)
- Copper windings.
- Other functions available upon request.

MV Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled

General Information	
Category	Hermetic mineral oil-insulated transformer
Rated frequency	50 / 60Hz
Efficiency at rated power	Standard IEC or Tier II
Primary voltage regulator	± 2 x 2.5%
Insulation class	24 kV, 36 kV or 40.5 kV
Short-time withstand voltage	85 kV
Impulse withstand voltage	200 kV
Primary / secondary conductive material	Aluminium / Aluminium
Vector group	Dy11 for one C Series inverter and Dd0y11 for two C Series inverters
HV bushing	Type C - 40.5 kV 630 A ⁽¹⁾
Corrosion degree	C4H
Insulation oil	According to IEC 60292
No load current	< 1%
Max. inrush current peak	< 12 x I _n ⁽¹⁾
Installation	Outdoor
Cooling type	ONAN
Max. altitude above sea level ⁽²⁾	4,500 m
Short-circuit impedance at 75 °C	7.5%, 8% ⁽¹⁾
General features	Terminal board for primary voltage adjustment, lifting lugs, earthing terminal, electrostatic shield and DGPT2 / DMCR relay

Notes: ⁽¹⁾ Double secondary required for four B Series inverters or for two C Series inverters ⁽²⁾ For installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department.



Medium Voltage Switchgear

Different MV gas-insulated switchgear adapted to every customer's needs

Ingeteam offers a number of configuration options for the Medium Voltage feeder, tailored to suit the needs of each specific customer.

In all cases, gas-insulated metal-enclosed switchgear is used, manufactured according to standard IEC 62271-200.

The key technical features, based on the insulation voltage required, are as follows:

TECHNICAL FEATURES

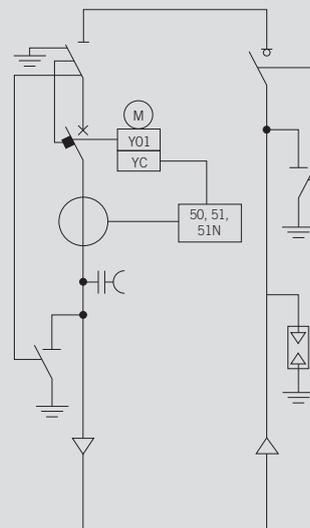
- Breaking capacity 16 kA - 1 s.
- DIN EN 50181 type C plug-in connectors.
- Intrinsically safe operation through interlocks.
- Additional interlocking for transformer room access.
- Optional fused protection available up to 2330 kVA (check climatic conditions).
- Optional circuit breaker protection with 50 / 51 - 50N / 51N function and self-powered protection relay available in the complete power range.
- IP65 for the gas insulated parts.
- Standard Temperature range: from -25 °C to +40 °C.
- Voltage presence indicators and gas pressure display.

	Class 24 kV	Class 36 kV
General Information		
Rated Voltage (Ur)	24 kV	36 kV
Rated Insulation level (Ud)	50 kV	70 kV
Rated lighting impulse withstand (Up)	125 kV / 145 kV	170 kV / 195 kV
Rated frequency (fr)	50-60 Hz	50-60 Hz
Rated normal current (Ir) and temperature raise	630 A a 40 °C	630 A a 40 °C
Rated short time withstands current (Ip)	16 kA, 20 kA, 25 kA (optional)	16 kA, 20 kA, 25 kA (optional)
Rated peak withstand current (Ip)	40 kA (50 kA opt)→50 Hz 41,6 kA (52 kA opt)→60 Hz	40 kA (50 kA opt)→50 Hz 41,6 kA (52 kA opt)→60 Hz
Rated duration of short-circuit (tk)	1 s (3 s optional)	1 s (3 s optional)
Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (Ua)	24 Vdc	24 Vdc
Installation	Outdoor or indoor	Outdoor or indoor

1L1C

Line entry with disconnecter and earthing disconnecter + transformer position with circuit breaker with 50-51 and 50N-51N protection functions and earthing disconnecter.

Typical end of line configuration.



TURNKEY SOLUTION

for utility-scale PV plants with central inverters



Auxiliary services panel

The auxiliary services panel is equipped with all the necessary protection and communications elements.

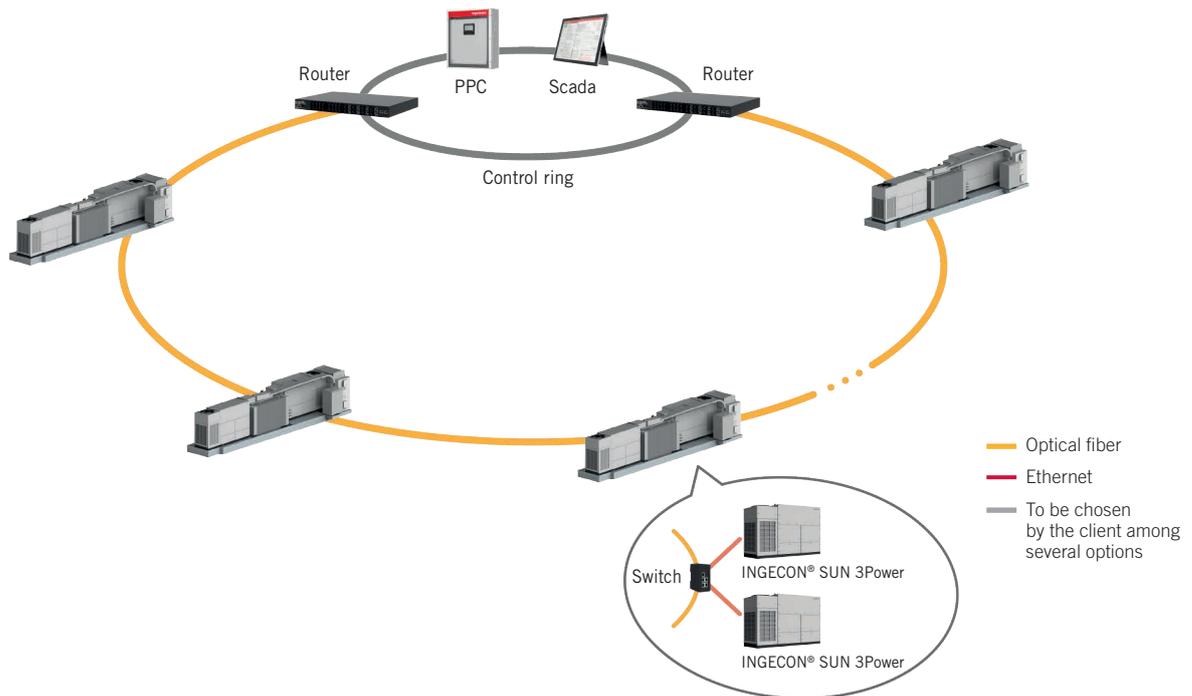
It features an Ingeteam's remote terminal unit (RTU), INGESYS IC2, with analog and digital inputs, and digital outputs to monitor the status of all the components inside the power station. This RTU is connected to the fiber optic patch panel that is also connected to the power plant controller (PPC) through the plant's communication network.

Also, this panel integrates type II surge arresters, several circuit breakers and switches.

On the other hand, the auxiliary services panel features a 24-V UPS that guarantees from 10 minutes up to 3 hours of autonomy for the communications.

The power supply for this panel comes from a 30-kVA auxiliary services transformer (Dyn11, IP54), also integrated inside the power station.

Auxiliary services panel	
General information	
Voltage	400 Vac three phase
Auxiliary services transformer	30 kVA
UPS capacity	from 10 minutes up to 3 hours
Ambient temperature	from -20 °C to 50 °C
Relative humidity (non-condensing)	0-100%
Dimensions (W x D x H)	1,000 x 300 x 1,900 mm
Weight	250 kg
Protection class	IP56
Mechanical resistance	IK10
Corrosion protection	C5H
Maximum altitude	2,000 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)
Cooling system	Forced air ventilation
Marking	CE
Remote Terminal Unit (RTU) INGESYS IC2	
Digital inputs	48
Digital outputs	16
Analog inputs	5
Communications	
Modbus TCP RJ45	2 ports
RS-485	Up to 4 ports



Communications network

In a photovoltaic plant, the power plant control systems are increasingly fast, precise and demanding. For this reason, the communications network is a key factor in order to guarantee a correct solar plant operation. The distribution of the inverters in the communications network depends on many factors, such as the land's variability, the electric connection, the number and rated power of inverters, etc.

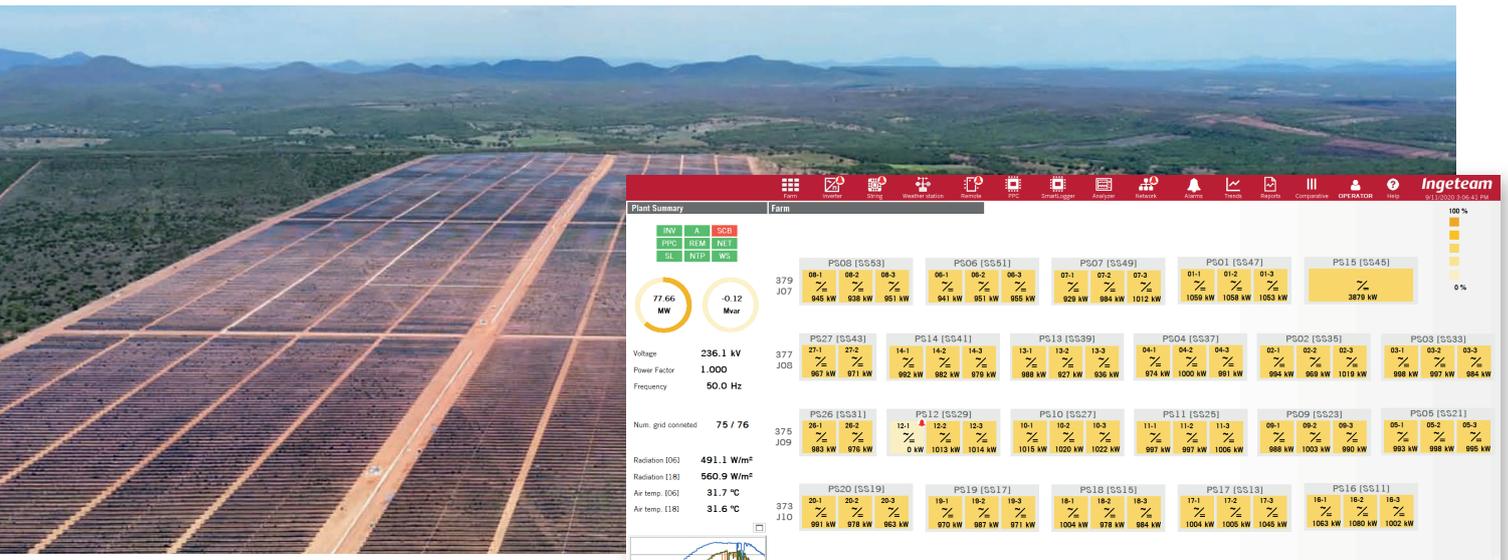
Thus, it is crucial to perform correct power plant sizing and design from the beginning.

Power plant controller

Ingeteam's power plant controller features a control algorithm with response times of less than 10 milliseconds, thanks to which it can develop a precise and effective control of the active and reactive power injected to the grid.

	Power plant controller (PPC)
Communication	
Standard protocols	Modbus / TCP (client and server), FTP (client and server), NTP (client and server)
Compatible protocols	Modbus / RTU (Master and slave), 101 (Slave), 104 (Slave), DNP3 (Slave), OPC UA (Server)
Outer connectivity	10 / 100BaseT(X), 100BaseFX with patch panels
Managed communication	Optional
Redundancy	Optional
General Data	
Dimensions (H/W/D)	1,005 / 860 / 360 mm
Weight	120 kg
Protection class	IP65
Operating temperature	-20 to 50 °C / -4 to 122 °F
Maximum altitude ⁽¹⁾	2,000 m
Marking	CE
Standards	IEC 61000-4-30, IEC 62586-1, IEC 61131-3, IEC 60204-1, IEC 61439
Notes: ⁽¹⁾ For installations beyond the maximum altitude, please contact Ingeteam's solar sales department.	

TURNKEY SOLUTION
for utility-scale PV plants with central inverters



Smart SCADA to manage daily operations and optimise asset performance

SMART SCADA
A system that enables to improve the management of the overall power plant

Ingeteam's SCADA is a smart system that enables to improve the management of the overall power plant, adopting best-in-class digital tools to create a complete suite, accompanying the data from real-time acquisition to supporting O&M and strategic management decisions. Ingeteam offers a modular platform divided into two modules:

Real-time monitoring and operation

This module is responsible for the real-time data acquisition and permits the operation of the assets. It provides highly interactive graphical interface allowing for an optimised real-time operation through a unified graphical interface.

Analytics Studio

This module permits the advanced analytics of SCADA data and makes it possible to focus efforts on the optimization of the asset's production with the use of the following features:

- Key performance indicators (KPIs).
- Alarm statistics.
- Analysis of the weather station's measurements.
- Analysis of the PV array.
- Comparison between inverters.
- Flexible alert configuration.
- Detection of atypical values.
- Generation of reports.
- Interactive data exploration.
- Advanced graphic displays.

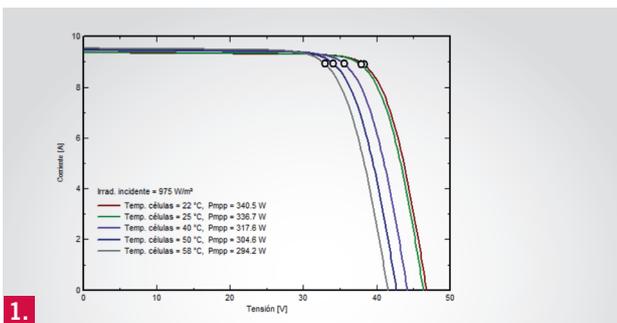




Power plant sizing and grid code compliance

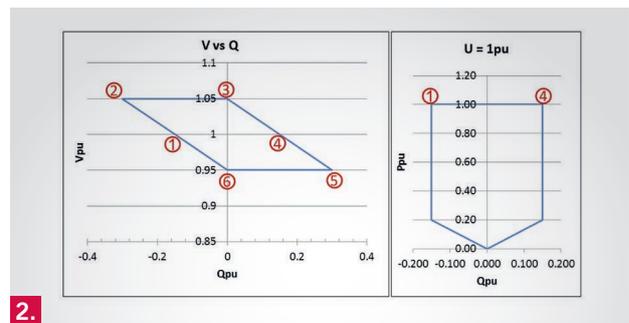
Ingeteam has developed its own PV plant sizing tool, with which we can choose all the parameters and guarantee any grid code compliance in four simple steps:

1. Evaluation of the PV module parameters from PVsyst.
2. Evaluation of the country's grid code requirements.
3. Evaluation of the model and number of solar inverters.
4. Final simulation to ensure the grid code compliance.



1.

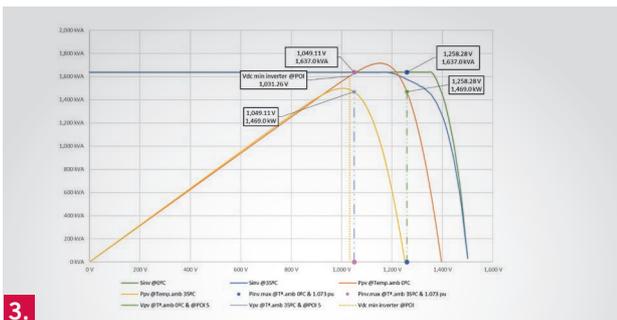
EVALUATION OF THE PV MODULE MODEL



2.

+30 GRID CODES AVAILABLE

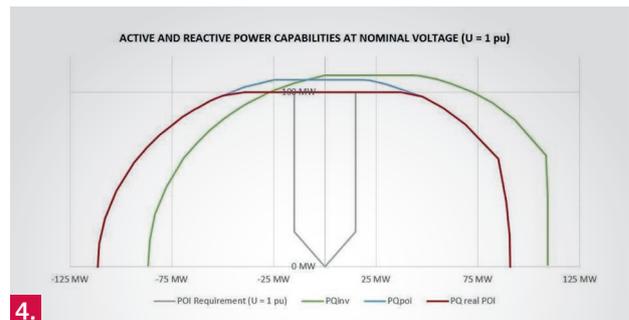
Evaluation of the grid code's requirements



3.

EVALUATION OF THE INVERTER MODEL

Automatic calculation to obtain the best operation point.



4.

FINAL ANALYSIS

The final results are uploaded into DigSILENT, thus the customer can simulate his/her own PV plant with real P and Q values for the chosen DC voltage.



REQUEST
AN OFFER

Ingeteam

Ingeteam Power Technology, S.A.
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - Spain
Tel.: +34 948 288 000
Fax: +34 948 288 001
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam S.r.l.
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italy
Tel.: +39 0546 651 490
Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

Ingeteam SAS
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - France
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - USA
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190
Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
Czech Republic
Tel.: +420 59 747 6800
Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.
Shanghai Trade Square, 1105
188 Si Ping Road
200086 Shanghai - P.R. China
Tel.: +86 21 65 07 76 36
Fax: +86 21 65 07 76 38
e-mail: shanghai@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Leibnitz Ext 13 Int 1102, Colonia Anzures
11590 - Miguel Hidalgo
Ciudad de México - Mexico
Tel.: +52 81 8311 4858
Fax: +52 81 8311 4859
e-mail: northamerica@ingeteam.com

Ingeteam Ltda.
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brazil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

Ingeteam Pty Ltd.
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - South Africa
Tel.: +2711 314 3190
Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5
Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Poland
Tel.: +48 22 821 9930
Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 429 111 190
e-mail: australia@ingeteam.com

Ingeteam Panama S.A.
Av. Manuel Espinosa Batista,
Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407
Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panama
Tel.: +50 761 329 467

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2,
Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business
Campus 1, Birou 236, Etaj 2
Romania
Tel.: +40 728 993 202

Ingeteam Philippines Inc.
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo St. corner Rufino St.
1230 Makati
Gran Manila - Philippines
Tel.: +63 0917 677 6039

Ingeteam Power Technology, S.A.
Level 1, Al Bateen Tower C6 Bainunah
ADIB Building, Street 34
PO BOX 30010 - Abu Dhabi
United Arab Emirates
Tel.: +971 50 125 8244

Ingeteam Vietnam Ltd.
Spaces - 28A Tran Hung Dao Street
Phan Chu Trinh Ward
Hoan Kiem District
Ha Noi City - Vietnam
Tel.: +84 24 71014057
e-mail: vietnam@ingeteam.com

Ingeteam Uruguay, S.A.
Avenida 18 de Julio, 1474, Piso 12
11200, Montevideo - Uruguay
Tel.: +598 934 92064

**TRANSFORMERLESS
PV INVERTER
WITH AN EXTRA
THERMAL STABILITY
AND A GREATER
POWER DENSITY****Up to 3.8 MVA at 1,500 V****Greater power density**

This solar PV inverter achieves a market-leading power density of 492 kVA/m³, as it provides up to 3,825 kVA in just one power stack.

Latest generation electronics

The INGECON® SUN 3Power C Series PV inverter features an innovative control unit that performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor.

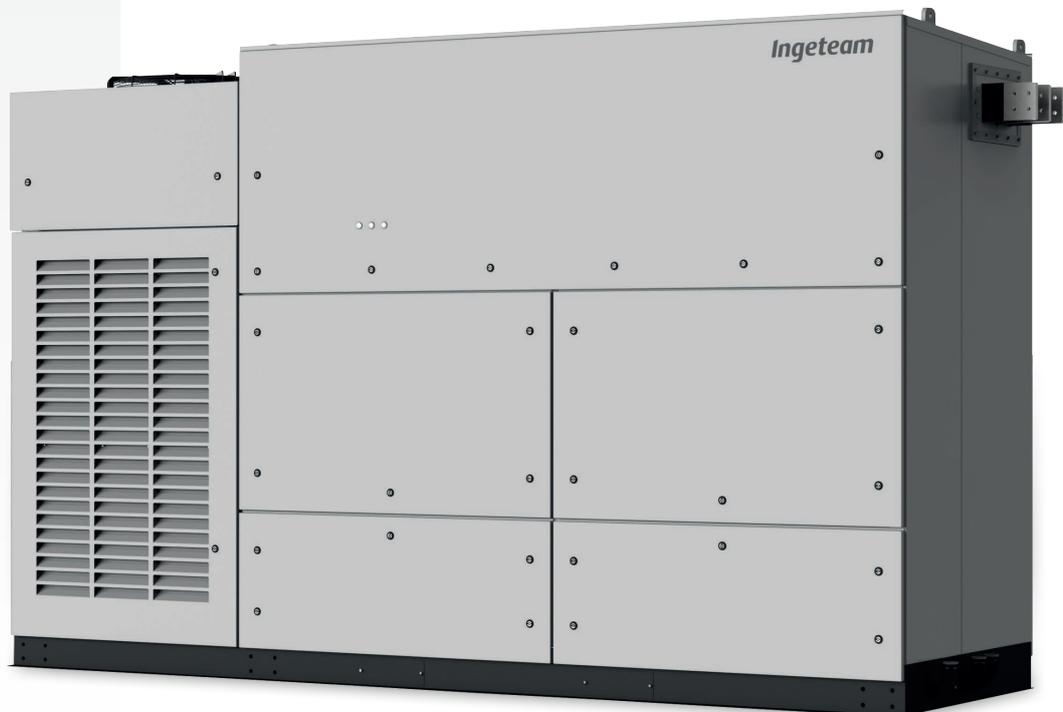
Liquid Cooling System (LCS)

Ingeteam has already supplied +52 GW of liquid-cooled wind power converters worldwide. It offers a greater thermal stability and a more optimized component usage. The LCS has been designed to refrigerate the IGBTs, the power phases and the IP65 compartment. It features less moving components, so it consumes a lower amount of power and it requires less maintenance works.

The LCS is a closed circuit supplied totally filled and purged, equipped with fast connectors with an anti-dripping system, so it offers zero risk of particle entrance. It has been designed to avoid siphons in order to easily purge it if necessary. The coolant used is a biodegradable glycol water mixture. There is no need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

IP65 protection

A secondary liquid cooling system is used to refrigerate the air inside the IP65-protected compartment. A water-air heat exchanger is used for that. This compartment contains the power and control electronics, the DC fuses, the DC and AC protections, the busbars and the power phases.



Monitoring and communication

Dual Ethernet to communicate with the SCADA and the PPC (power plant controller). Moreover, it features Wi-Fi communication as access point to connect with the inverter during commissioning and O&M works. Ingeteam's advanced PV plant monitoring system INGECON® SUN Monitor is also available at no extra cost. The Smartphone application of the INGECON® SUN Monitor -available on the App Store and on the Play Store- makes it easier and more comfortable to monitor the PV plant.

Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.

Advanced grid support



Low Voltage Ride Through



Fast Frequency Regulation



Reactive Power at Night



Voltage Droop Control



Active Power Reserve Without Batteries



Grid Following & Grid Forming



Black Start Capability



Automatic Voltage Regulation

PROTECTIONS

- DC Reverse polarity.
- Short-circuits and overloads at the output.
- Anti-islanding with automatic disconnection.
- Insulation failure DC.
- Up to 24 pairs of fuse-holders.
- Lightning induced DC and AC surge arresters, type II.
- Motorized DC switch to automatically disconnect the inverter from the PV array.
- Motorized AC circuit breaker.
- Hardware protection via firmware.
- Additional protection for the power stack, liquid cooled, IP65 rated and air cooled by a closed loop.

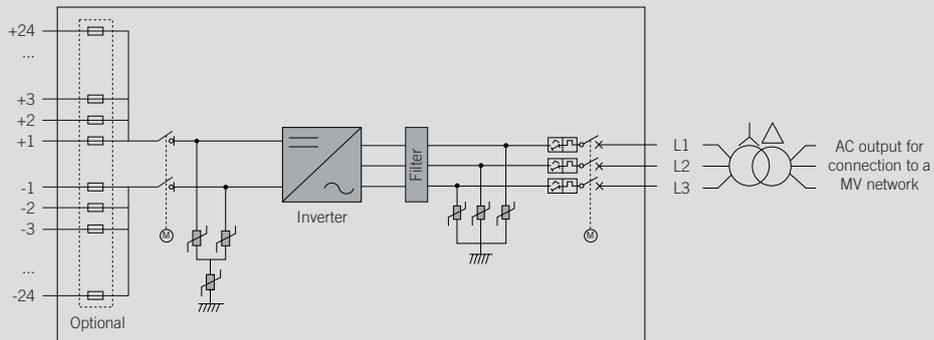
OPTIONAL ACCESSORIES

- Auxiliary services feeder.
- Grounding kit.
- Heating kit, for operating at an ambient temperature of down to -30 °C.
- DC surge arresters type I+II.
- AC surge arresters type I+II.
- DC fuses.
- Monitoring of the currents at the DC input.
- PID prevention kit (PID: Potential Induced Degradation).

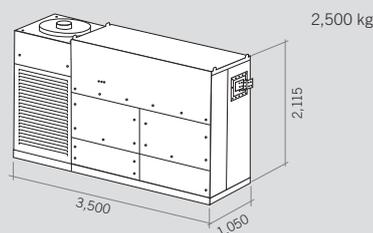
LIQUID COOLING SYSTEM

- LCS to refrigerate the IGBTs.
- More optimized component usage: greater thermal stability.
- Less moving components: lower power consumption and less maintenance works.
- No risk of particle entrance.
- Anti-corrosion protection with stainless steel components.
- LCS is used in many industries. Thus, it is very reliable, as its components are subject to many validation tests.
- Fast connectors with anti-dripping system
- Biodegradable glycol water mixture.
- No need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

INGECON® SUN 3825TL



Size and weight (mm and kg)



INGECON® SUN 3825TL							
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
Input (DC)							
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,293 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V						
Maximum current	3,965 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	630 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
MPPT	1						
Input protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton						
Output (AC)							
Power @35 °C / @50 °C	3,326 kVA / 2,858 kVA	3,409 kVA / 2,929 kVA	3,492 kVA / 3,001 kVA	3,575 kVA / 3,072 kVA	3,658 kVA / 3,144 kVA	3,741 kVA / 3,215 kVA	3,824 kVA / 3,287 kVA
Current @35 °C / @50 °C	3,200 A / 2,750 A						
Rated voltage ⁽⁴⁾	600 V IT System	615 V IT System	630 V IT System	645 V IT System	660 V IT System	675 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor ⁽⁵⁾	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁶⁾	<3%						
Output protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
Features							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	8,500 W						
Stand-by or night consumption ⁽⁷⁾	< 180 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
General Information							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m³/h						
Average air flow	12,000 m³/h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	57 dB(A) at 10m / 49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 ...), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V_{mpp}.min is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating systems ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the 'V_{oc}' at low temperatures ⁽⁴⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽⁵⁾ For P_{out}>25% of the rated power ⁽⁶⁾ For P_{out}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.



Ingeteam

Ingeteam Power Technology, S.A.
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - Spain
Tel.: +34 948 288 000
Fax: +34 948 288 001
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam S.r.l.
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italy
Tel.: +39 0546 651 490
Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

Ingeteam SAS
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - France
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - USA
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190
Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
Czech Republic
Tel.: +420 59 747 6800
Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.
Shanghai Trade Square, 1105
188 Si Ping Road
200086 Shanghai - P.R. China
Tel.: +86 21 65 07 76 36
Fax: +86 21 65 07 76 38
e-mail: shanghai@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Leibnitz Ext 13 Int 1102, Colonia Anzures
11590 - Miguel Hidalgo
Ciudad de México - Mexico
Tel.: +52 81 8311 4858
Fax: +52 81 8311 4859
e-mail: northamerica@ingeteam.com

Ingeteam Ltda.
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brazil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

Ingeteam Pty Ltd.
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - South Africa
Tel.: +2711 314 3190
Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5
Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Poland
Tel.: +48 22 821 9930
Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 429 111 190
e-mail: australia@ingeteam.com

Ingeteam Panama S.A.
Av. Manuel Espinosa Batista,
Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407
Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panama
Tel.: +50 761 329 467

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2,
Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business
Campus 1, Birou 236, Etaj 2
Romania
Tel.: +40 728 993 202

Ingeteam Philippines Inc.
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo St. corner Rufino St.
1230 Makati
Gran Manila - Philippines
Tel.: +63 0917 677 6039

Ingeteam Power Technology, S.A.
Level 1, Al Bateen Tower C6 Bainunah
ADIB Building, Street 34
PO BOX 30010 - Abu Dhabi
United Arab Emirates
Tel.: +971 50 125 8244

Ingeteam Vietnam Ltd.
Spaces - 28A Tran Hung Dao Street
Phan Chu Trinh Ward
Hoan Kiem District
Ha Noi City - Vietnam
Tel.: +84 24 71014057
e-mail: vietnam@ingeteam.com

Ingeteam Uruguay, S.A.
Avenida 18 de Julio, 1474, Piso 12
11200, Montevideo - Uruguay
Tel.: +598 934 92064

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	77

6.3. SISTEMA DI STORAGE

**MEDIUM VOLTAGE
POWER STATION
CUSTOMIZED UP
TO 7.86 MVA,
WITH ALL THE
COMPONENTS
SUPPLIED ON TOP
OF THE SAME
SKID PLATFORM**

This medium-voltage solution integrates all the devices required for a multi-megawatt battery energy storage system.

**Maximize your investment
with a minimal effort**

Ingeteam's FSK power station is a compact, customizable and flexible solution that can be configured to suit each customer's requirements. It is supplied together with up to two storage inverters. All the equipment is suitable for outdoor installation, so there is no need of any kind of housing.

Higher adaptability and power density

This power station is now more versatile, as it presents the MV transformer integrated into a steel platform together with the LV and MV components, including the storage inverters. Moreover, it features one of the market's greatest power densities.

Plug & Play technology

This MV solution integrates power conversion equipment (up to 7.86 MVA), liquid-filled hermetically sealed transformer up to 38 kV and provision for low voltage equipment. The MV

skid is delivered pre-assembled for a fast on-site connection with up to two storage inverters from Ingeteam's INGECON® SUN STORAGE 3Power HV C Series battery inverter family. The full skid is lifted as a single block and it is transported within an open top 40 ft container.

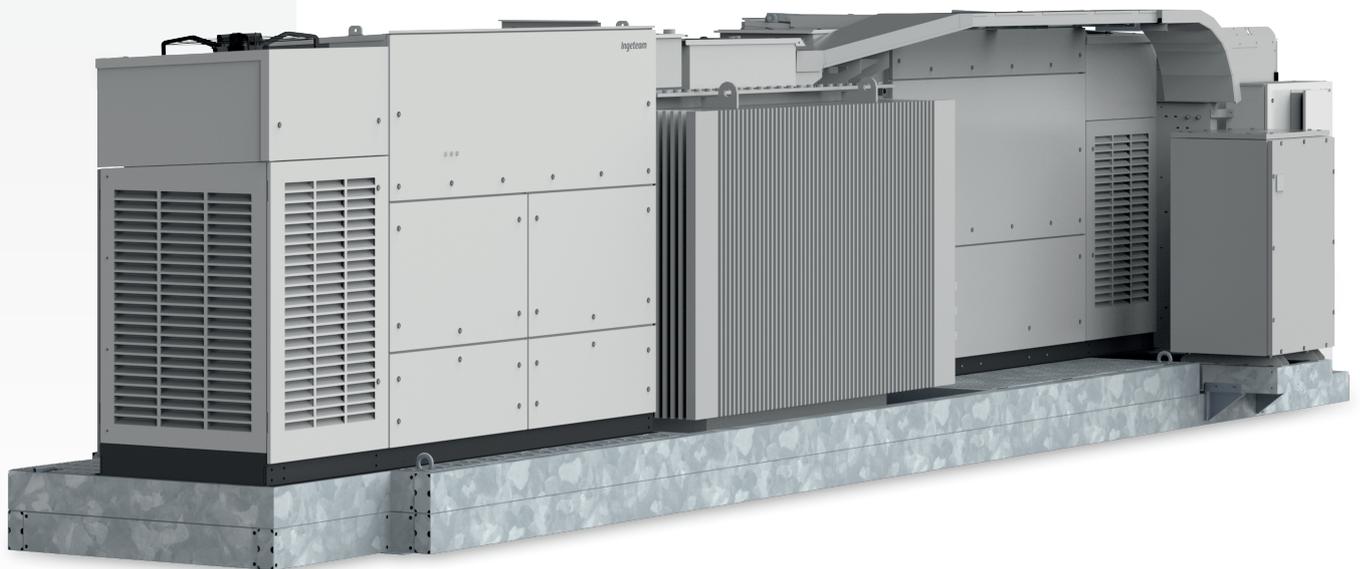
Complete accessibility

Thanks to the lack of housing, the inverters, the switchgear and the transformer can have immediate access. Furthermore, the design of the 3Power HV C Series storage inverters has been conceived to facilitate maintenance and repair works.

Maximum protection

Ingeteam's 3Power HV C Series storage inverters feature an IP65 protection class for their power stacks thanks to a combined water and air cooling system that optimises the operating temperature of the power electronics.

Apart from that, they feature the main electrical protections and they deploy grid support functionalities, such as low voltage ride-through capability, reactive power deliverance and active power injection control.



CONSTRUCTION

- Steel base frame.
- Suitable for slab or piers mounting.
- Compact design, minimising freight costs.
- Minimum installation at project site.

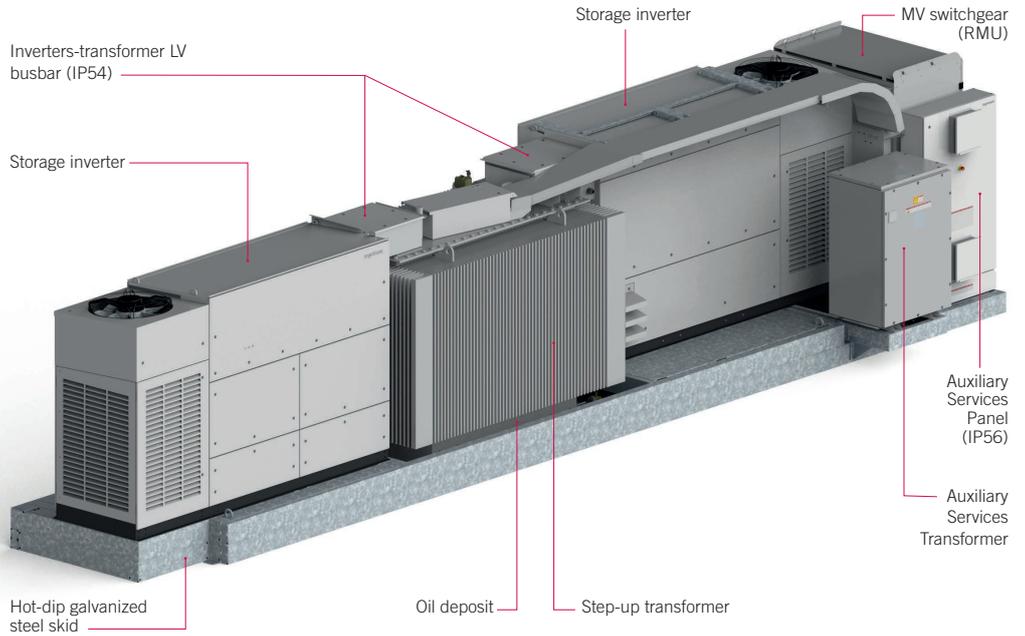
OPTIONAL ACCESSORIES

- Auxiliary services transformer (up to 60 kVA, Dyn11).
- MV Surge arresters.
- Low voltage distribution panel (IP56).
- High-speed Ethernet / fibre optic communication infrastructure for Plug & Play connection to the Power Plant Controller and/or SCADA systems.
- Energy meter for auxiliary services and/or energy production.
- Insulation monitoring relay for continuous monitoring of IS systems insulation.

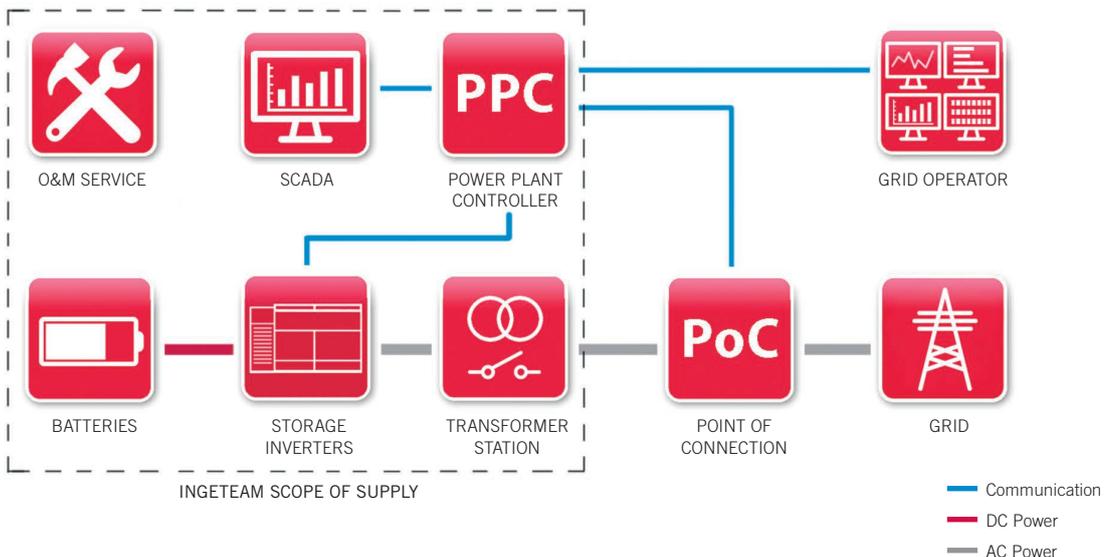
STANDARD EQUIPMENT

- Up to two storage inverters with an output power of 7.86 MVA.
- Liquid-filled hermetically-sealed transformer up to 38 kV.
- 1L1C MV switchgear (2L1C optional).
- Oil-retention tank.
- Metal frame for installation of LV equipment.

COMPONENTS



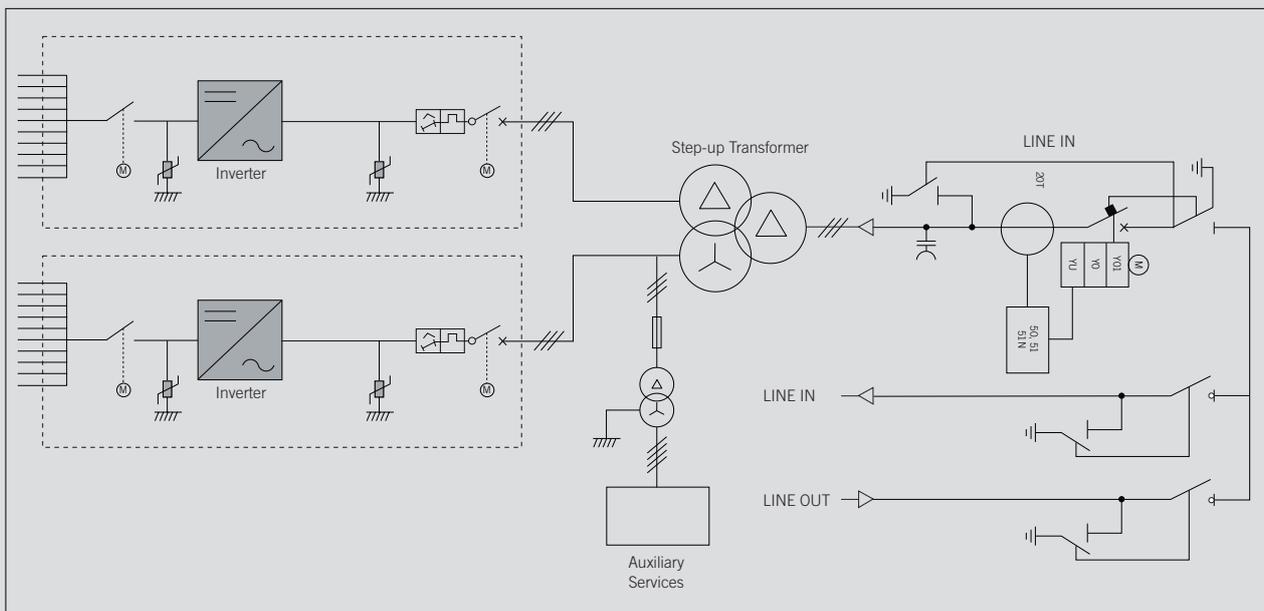
PLANT CONFIGURATION



	3930 FSK HV C Series	7860 FSK HV C Series
General information		
Number of inverters	1	2
Discharge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C) ⁽¹⁾	3,928 kVA / 3,171 kVA	7,856 kVA / 6,342 kVA
Discharge current @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,700 A / 2,180 A	
Charge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C) ⁽¹⁾	3,730 kVA / 3,013 kVA	7,460 kVA / 6,026 kVA
Charge current @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,564 A / 2,071 A	
Operating temperature range	from -20 °C to +60 °C	
Relative humidity (non condensing)	0 - 100%	
Maximum altitude	3,000 masl (power derating starting at 1,000 masl)	
Step-up Transformer		
Medium voltage	From 20 kV up to 38 kV, 50-60 Hz	
Cooling system	ONAN	
Minimum PEI (Peak Efficiency Index) ⁽²⁾	99.40%	
Protection degree	IP54	
MV Switchgear (RMU)		
Medium voltage	24 kV / 36 kV / 40.5 kV	
Rated current	630 A	
Cooling system	Natural air ventilation	
Protection degree	IP54 (IP55 optional)	
Equipment		
Auxiliary services panel	Standard version (optional monitoring system)	
Step-up transformer	Oil-immersed hermetically sealed transformer	
MV Switchgear	1L1C cells (2L1C optional)	
Mechanical information		
Structure type	Hot dip galvanized steel skid	
Dimensions Full Skid (W x D x H)	9,500 x 2,600 x 2,620 mm	11,390 x 2,600 x 2,620 mm
Weight	16 T	25 T
Standards	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1	

Notes: ⁽¹⁾ Data calculated with the inverter model INGECON® SUN STORAGE 3930TL HV C840. For other storage inverter models, please contact Ingeteam's BESS sales department
⁽²⁾ For European installations, ECO design according to the EU 548/2014 and EU 2019/1783 standards.

Example of configuration with two HV C series storage inverters





Ingeteam

Ingeteam Power Technology, S.A.
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - Spain
Tel.: +34 948 288 000
Fax: +34 948 288 001
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam S.r.l.
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italy
Tel.: +39 0546 651 490
Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

Ingeteam SAS
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - France
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - USA
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190
Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
Czech Republic
Tel.: +420 59 747 6800
Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.
Shanghai Trade Square, 1105
188 Si Ping Road
200086 Shanghai - P.R. China
Tel.: +86 21 65 07 76 36
Fax: +86 21 65 07 76 38
e-mail: shanghai@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Leibnitz Ext 13 Int 1102, Colonia Anzures
11590 - Miguel Hidalgo
Ciudad de México - Mexico
Tel.: +52 81 8311 4858
Fax: +52 81 8311 4859
e-mail: northamerica@ingeteam.com

Ingeteam Ltda.
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brazil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

Ingeteam Pty Ltd.
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - South Africa
Tel.: +2711 314 3190
Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5
Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Poland
Tel.: +48 22 821 9930
Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 429 111 190
e-mail: australia@ingeteam.com

Ingeteam Panama S.A.
Av. Manuel Espinosa Batista,
Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407
Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panama
Tel.: +50 761 329 467

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2,
Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business
Campus 1, Birou 236, Etaj 2
Romania
Tel.: +40 728 993 202

Ingeteam Philippines Inc.
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo St. corner Rufino St.
1230 Makati
Gran Manila - Philippines
Tel.: +63 0917 677 6039

Ingeteam Power Technology, S.A.
Level 1, Al Bateen Tower C6 Bainunah
ADIB Building, Street 34
PO BOX 30010 - Abu Dhabi
United Arab Emirates
Tel.: +971 50 125 8244

Ingeteam Vietnam Ltd.
Spaces - 28A Tran Hung Dao Street
Phan Chu Trinh Ward
Hoan Kiem District
Ha Noi City - Vietnam
Tel.: +84 24 71014057
e-mail: vietnam@ingeteam.com

Ingeteam Uruguay, S.A.
Avenida 18 de Julio, 1474, Piso 12
11200, Montevideo - Uruguay
Tel.: +598 934 92064

**THREE-PHASE
TRANSFORMERLESS
BATTERY INVERTER
WITH AN EXTRA
THERMAL STABILITY
AND A GREATER
POWER DENSITY****Up to 3.93 MVA at 1,500 V**

The INGECON® SUN STORAGE 3Power HV C Series is a three-phase bidirectional battery inverter that can be used in grid-connected and stand-alone systems. This one-of-a-kind battery inverter achieves a market-leading power density of 499 kW/m³, as it provides up to 3,928 kVA in just one power stack.

Latest generation electronics

The INGECON® SUN STORAGE 3Power HV C Series battery inverter features an innovative control unit that performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor.

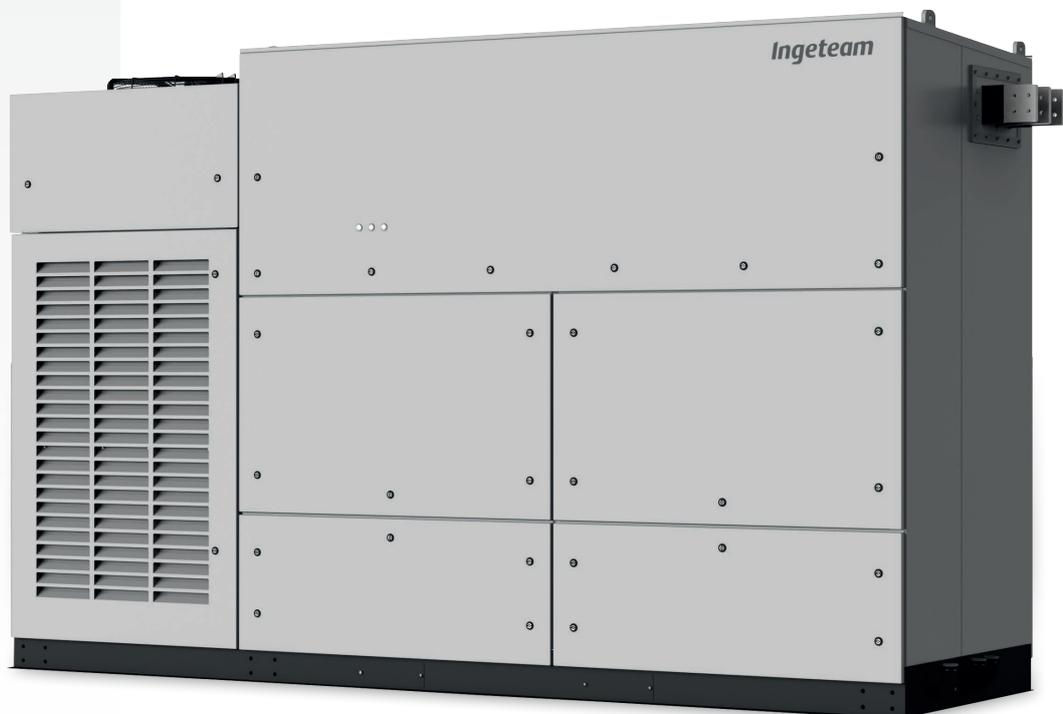
Liquid Cooling System (LCS)

Ingeteam has already supplied +54 GW of liquid-cooled wind power converters worldwide. It offers a greater thermal stability and a more optimized component usage. The LCS has been designed to refrigerate the IGBTs, the power phases and the IP65 compartment. It features less moving components, so it consumes a lower amount of power and it requires less maintenance works.

The LCS is a closed circuit supplied totally filled and purged, equipped with fast connectors with an anti-dripping system, so it offers zero risk of particle entrance. It has been designed to avoid siphons in order to easily purge it if necessary. The coolant used is a biodegradable glycol water mixture. There is no need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

IP65 protection

A secondary liquid cooling system is used to refrigerate the air inside the IP65-protected compartment. A water-air heat exchanger is used for that. This compartment contains the power and control electronics, the DC fuses, the DC and AC protections, the busbars and the power phases.



Power converter stands both, grid-following and grid forming operating modes:

Real power related functionalities

- Renewable resources integration:
 - Ramp limits.
 - Power smoothing / firming / curtailment.
 - Time shifting.
 - Micro grids.
- Grid support / Ancillary services:
 - Frequency regulation.
 - Synthetic inertia.
 - Black start.
 - Frequency control / protection.
 - Virtual “Synchronous Machine”.

- Investment deferral:
 - Peak shaving.
 - Load shifting / Load following.
 - Real power response improvement of conventional power plants.
- Power efficiency:
 - Time shifting.
 - Price arbitrage.
 - Real power response improvement of conventional power plants.
 - Peak shaving.

- Safety and quality:
 - “Un-interruptible” Power.
 - Grid code compliance.
 - Transmission congestion relief / Power quality - reliability.

Reactive power related functionalities

- Voltage control (Q/V).
- Voltage control / protection.
- Fixed power factor (QPF).
- Fixed reactive power output (Qref).
- Limitation of response of Reactive Power.

Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.

PROTECTIONS

- DC Reverse polarity.
- Short-circuits and overloads at the output.
- Anti-islanding with automatic disconnection.
- Insulation failure DC.
- Up to 24 pairs of fuse-holders.
- Lightning induced DC and AC surge arresters, type II.
- Motorized DC switch.
- Motorized AC circuit breaker.
- Hardware protection via firmware.
- Additional protection for the power stack, liquid cooled, IP65 rated and air cooled by a closed loop.

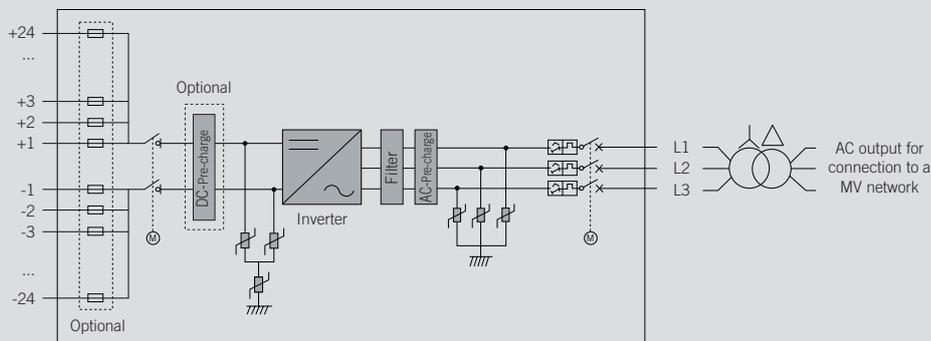
OPTIONAL ACCESSORIES

- Heating kit, for operating at an ambient temperature of down to -30 °C.
- DC surge arresters type I+II.
- AC surge arresters type I+II.
- DC fuses.
- Monitoring of the DC currents.
- Grounding kit.

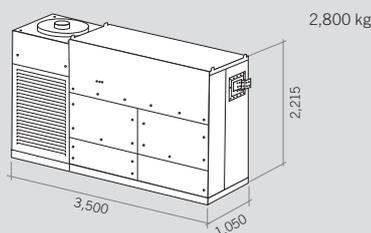
LIQUID COOLING SYSTEM

- LCS to refrigerate the IGBTs.
- More optimized component usage: greater thermal stability.
- Less moving components: lower power consumption and less maintenance works.
- No risk of particle entrance.
- Anti-corrosion protection with stainless steel components
- LCS is used in many industries. Thus, it is very reliable, as its components are subject to many validation tests.
- Fast connectors with anti-dripping system
- Biodegradable glycol water mixture.
- No need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

INGECON® SUN STORAGE 3930TL HV



Size and weight (mm and kg)



INGECON® SUN STORAGE 3930TL HV							
	C600	C650	C690	C730	C750	C800	C840
Input (DC)							
Battery voltage range for off-grid mode	854 - 1,500 V	924 - 1,500 V	979 - 1,500 V	1,035 - 1,500 V	1,063 - 1,500 V	1,132 - 1,500 V	1,188 - 1,500 V
Battery voltage for grid-tied mode ⁽¹⁾	938 - 1,500 V	1,014 - 1,500 V	1,075 - 1,500 V	1,136 - 1,500 V	1,167 - 1,500 V	1,244 - 1,500 V	1,305 - 1,500 V
Maximum voltage	1,500 V						
Maximum current	3,357 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	Up to 630 A / 1,500 V / aR / 100 kA (L/R=5ms) (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
Input protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection						
Output (AC)							
Discharge power @1,500 V _{dc} (30 °C / 50 °C)	2,806 kVA / 2,266 kVA	3,040 kVA / 2,454 kVA	3,227 kVA / 2,605 kVA	3,414 kVA / 2,756 kVA	3,507 kVA / 2,831 kVA	3,741 kVA / 3,020 kVA	3,928 kVA / 3,171 kVA
Discharge current @1,500 V _{dc} (30 °C / 50 °C)	2,700 A / 2,180 A						
Charge power @1,500 V _{dc} (30°C / 50°C)	2,665 kVA / 2,152 kVA	2,887 kVA / 2,332 kVA	3,064 kVA / 2,475 kVA	3,242 kVA / 2,619 kVA	3,331 kVA / 2,690 kVA	3,553 kVA / 2,870 kVA	3,730 kVA / 3,013 kVA
Charge current @1,500 V _{dc} (30°C / 50°C)	2,564 A / 2,071 A						
Rated voltage ⁽²⁾	600 V IT System	650 V IT System	690 V IT System	730 V IT System	750 V IT System	800 V IT System	840 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor ⁽³⁾	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁴⁾	<3%						
Output protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
Features							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	7,600 W						
Stand-by or night consumption ⁽⁵⁾	185 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
General Information							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65 ⁽⁶⁾						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's BESS sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m³/h						
Average air flow	12,000 m³/h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	<57 dB(A) at 10m / <49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, CEI 0-16, NTS Spain, VDE-AR-N 4120, VDE-AR-N 4110, , Arrêté du 9 juin 2020, Terna A68), G99, South African Grid Code, Mexican Grid code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid Code, IEC61727, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai), Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

Notes: ⁽¹⁾ Minimum voltage DC (VDC, min) for V_{grid,max} = 1.1 p.u. and Power Factor=1. If V_{grid,max} is higher than this value, the minimum voltage should be corrected as VDC, min * V_{grid,max} / 1.1. For other DC voltage ranges, please contact Ingeteam's BESS sales department ⁽²⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽³⁾ For P_{out}>25% of the rated power ⁽⁴⁾ For P_{out}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁵⁾ Consumption from Battery ⁽⁶⁾ Except for the LC filter and the air-water heat exchanger, that are IP54.



Ingeteam

Ingeteam Power Technology, S.A.
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - Spain
Tel.: +34 948 288 000
Fax: +34 948 288 001
e-mail: bess.energy@ingeteam.com

Ingeteam S.r.l.
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italy
Tel.: +39 0546 651 490
Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

Ingeteam SAS
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - France
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - USA
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190
Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
Czech Republic
Tel.: +420 59 747 6800
Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.
Shanghai Trade Square, 1105
188 Si Ping Road
200086 Shanghai - P.R. China
Tel.: +86 21 65 07 76 36
Fax: +86 21 65 07 76 38
e-mail: shanghai@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Leibnitz Ext 13 Int 1102, Colonia Anzures
11590 - Miguel Hidalgo
Ciudad de México - Mexico
Tel.: +52 81 8311 4858
Fax: +52 81 8311 4859
e-mail: northamerica@ingeteam.com

Ingeteam Ltda.
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brazil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

Ingeteam Pty Ltd.
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - South Africa
Tel.: +2711 314 3190
Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5
Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Poland
Tel.: +48 22 821 9930
Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 429 111 190
e-mail: australia@ingeteam.com

Ingeteam Panama S.A.
Av. Manuel Espinosa Batista,
Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407
Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panama
Tel.: +50 761 329 467

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2,
Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business
Campus 1, Birou 236, Etaj 2
Romania
Tel.: +40 728 993 202

Ingeteam Philippines Inc.
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo St. corner Rufino St.
1230 Makati
Gran Manila - Philippines
Tel.: +63 0917 677 6039

Ingeteam Power Technology, S.A.
Level 1, Al Bateen Tower C6 Bainunah
ADIB Building, Street 34
PO BOX 30010 - Abu Dhabi
United Arab Emirates
Tel.: +971 50 125 8244

Ingeteam Vietnam Ltd.
Spaces - 28A Tran Hung Dao Street
Phan Chu Trinh Ward
Hoan Kiem District
Ha Noi City - Vietnam
Tel.: +84 24 71014057
e-mail: vietnam@ingeteam.com

Ingeteam Uruguay, S.A.
Avenida 18 de Julio, 1474, Piso 12
11200, Montevideo - Uruguay
Tel.: +598 934 92064

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"	
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO
	A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI
		PAGINA
		78

6.4. CAVI AT

Norme di riferimento

Standards

CEI 20-13, HD 620



Conduttore a corda rigida di ALLUMINIO, classe 2.
 Semiconduttore interno elastomerico estruso
 Isolamento in G7 di qualità DIH2
 Semiconduttore esterno elastomerico estruso pelabile a freddo per il grado 1,8/3kV solo su richiesta
 Schermo costituito a fili di rame rosso
 Guaina PVC qualità RZ/ST2

Aluminium rigid compact conductor, class 2.
 Inner semi-conducting layer
 G7 Insulation quality DIH2
 Outer semi-conducting layer special high module hepr for 1.8 / 3 kV only on request
 Red copper wire shield.
 PVC sheath in RZ/ST2 quality

<i>Tensione nominale U0</i>	26 kV	<i>Nominal voltage U0</i>
<i>Tensione nominale U</i>	45 kV	<i>Nominal voltage U</i>
<i>Tensione massima Um</i>	52 kV	<i>Maximun voltage Um</i>
<i>Temperatura massima di esercizio</i>	+90°C	<i>Maximun operating temperature</i>
<i>Temperatura massima di corto circuito</i>	+250°C	<i>Maximun short circuit temperature</i>
<i>Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)</i>	-15°C	<i>Min. operating temperature (without mechanical shocks)</i>
<i>Temperatura minima di installazione e maneggio</i>	0°C	<i>Minimum installation and use temperature</i>

Condizioni di impiego piu comuni

Adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Ammessa la posa interrata in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17. Consigliabile dove lo stoccaggio è ad alto rischio di furto.

Condizioni di posa

Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):

12D

Sforzo massimo di tiro:

50 N/mm²

Imballo

Bobina con metrature da definire in fase di ordine.

Colori anime

Unipolare: rosa

Colori guaina

Rosso

Note

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta la norma CEI 20-13

IL cavo può essere fornito nella versione tripolare ad elica visibile RG7H1RX

Common features

Suitable for the transport of energy between the substations and large users. Laying underground in accordance with Art. 4.3.11 of IEC 11-17. Storage is recommended where high risk of theft.

Employment

Minimum bending radius per D cable diameter (in mm):

12D

Maximum pulling stress:

50 N/mm²

Packing

Drums to agree.

Core colours

Single core: pink

Sheath colour

Red

Note

The cable meets the requirements according to HD 620 for insulation, for all other characteristics compared to CEI 20-13

The cable can be supplied in the visible pole helical RG7H1RX

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Diametro indicativo isolante	Diametro indicativo esterno	Peso indicativo del cavo	Raggio minimo curvatura
Conductor Number	Nominal Section	Approx cond. diameter	Approx insulation diameter	Approx external diameter	Approx cable weight	Minimum radius bending
(N°)	(mmq)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)
Unipolare / Single core						
1x	70	9.7	33.1	41	1120	550
1x	95	11.4	34.5	42	1240	580
1x	120	12.9	36.2	43	1380	585
1x	150	14.0	36.8	44	1480	590
1x	185	15.8	38.2	45	1760	610
1x	240	18.2	40.5	47	1900	650
1x	300	20.8	43.2	51	2190	690
1x	400	23.8	46	54	2570	730
1x	500	26.7	48.9	57	2985	770
1x	630	30.5	53.4	62	3580	850

Cond.xSez	Resistenza elettrica a 20°C	Capacità a 50 Hz	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz		Reattanza di fase		Portata di corrente			
			A trifoglio	In piano	A trifoglio	In piano	In aria a trifoglio	In aria in Piano	Interrato a trifoglio	Interrato in piano
Cond.xSec	Electric Resistace 20°C	Capacities 50 Hz	Apparent resistance at 90°C and 50 Hz		Phase Reactance		Current carrying capacities			
			Trefoil formation	Flat	Trefoil formation	Flat	Trefoil formation in air	Flat in air	Trefoil formation in ground	Flat in ground
(N°x mmq)	(Ohm/km)	(microF/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(A)	(A)	(A)	(A)
Unipolare / Single core										
1x70	0.433	0.15	0.580	0.580	0.15	0.21	230	245	205	199
1x95	0.320	0.16	0.416	0.416	0.14	0.20	279	288	243	257
1x120	0.253	0.17	0.333	0.333	0.14	0.19	323	340	288	299
1x150	0.206	0.19	0.270	0.270	0.13	0.19	363	392	310	318
1x185	0.164	0.21	0.218	0.218	0.12	0.18	418	438	352	362
1x240	0.125	0.23	0.168	0.165	0.12	0.18	493	528	404	419
1x300	0.100	0.25	0.136	0.132	0.12	0.17	570	617	458	468
1x400	0.0778	0.27	0.109	0.105	0.11	0.17	664	710	525	543
1x500	0.0605	0.30	0.0890	0.0828	0.11	0.17	771	831	600	612
1x630	0.0469	0.33	0.0739	0.0662	0.10	0.16	890	940	688	699



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	79

6.5. CAVI BT

FG16R16 0,6/1 kV G16TOP

Cca - s3, d1, a3



In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR
According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR

Norma di riferimento CEI UNEL 35318

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

Isolante

Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

Colori delle anime

● nero

Rivestimento interno

Riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico

Guaina

In PVC speciale di qualità R16, colore grigio

Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro ogni 1 m:

PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP anno

Marcatura metrica progressiva

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea
Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

Applicazioni

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Adatti per alimentazione e trasporto di energia nell'industria/artigianato e dell'edilizia residenziale.

Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari. Possono essere direttamente interrati.

Standard

CEI UNEL 35318

Cable design

Core

Stranded flexible annealed bare copper conductor

Insulation

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

Core identification

● black

Bedding

Filler/sheath non hygroscopic material

Sheath

Special PVC grey outer sheath, R16 type grey colour

Marking

Ink marking each meter interval on the outer sheath:

PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...

Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP year

Progressive metric marking

Compliant with the requirements of European
Construction Product Regulation (CPR UE 305/11)

Applications

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

For further details, please refer to CEI 20-67 standard "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

For supply and feeding of power in industry, public applications and residential buildings. Suitable for fixed installation both indoor and outdoor, on cable trays, in pipe, conduits or similar systems.

Can be directly buried.

TEMPERATURA
FUNZIONAMENTO /
OPERATING
TEMPERATURE



TEMPERATURA
CORTOCIRCUITO /
SHORT-CIRCUIT
TEMPERATURE



UE 305/11
CPR



FLESSIBILE /
FLEXIBLE



Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA
MIN. DI POSA 0°C /
MINIMUM
INSTALLATION
TEMPERATURE 0°C



TUBO
O CANALINA
IN ARIA /
DUCT OR
CABLE TRAY



CANALE
INTERRATO /
BURIED TROUGH



TUBO
INTERRATO /
BURIED DUCT



ARIA LIBERA /
OPEN AIR



INTERRATO CON
PROTEZIONE /
BURIED
WITH PROTECTION



FG16R16 0,6/1 kV G16TOP



FG16R16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di				raggio minimo di curvatura	
<i>conductor cross-section</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approx. weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>30 °C in tubo in aria</i>	<i>permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C</i>				<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	(mm)

1 conduttore / Single core - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	8,2	79	13,3	24	20	22	21	35	32	74
2,5	2	0,7	8,7	94	7,98	33	28	29	27	45	39	78
4,0	2,5	0,7	9,3	112	4,95	45	37	37	35	58	51	84
6,0	3	0,7	9,9	139	3,30	58	48	47	44	73	64	89
10,0	3,9	0,7	10,9	188	1,91	80	66	63	59	97	85	98
16,0	5	0,7	11,4	227	1,21	107	88	82	77	125	110	103
25,0	6,4	0,9	13,2	331	0,780	135	117	108	100	160	141	119
35,0	7,7	0,9	14,6	425	0,554	169	144	132	121	191	169	131
50,0	9,2	1,0	16,4	579	0,386	207	175	166	150	226	199	148
70,0	11,0	1,1	17,3	784	0,272	268	222	204	184	277	244	156
95,0	12,5	1,1	24,4	989	0,206	328	269	242	217	331	292	220
120,0	14,2	1,2	22,4	1250	0,161	383	312	274	251	377	332	202
150,0	15,8	1,4	24,8	1540	0,129	444	355	324	287	420	370	223
185,0	17,5	1,6	27,2	1890	0,106	510	417	364	323	476	419	245
240,0	20,1	1,7	30,4	2410	0,0801	607	490	427	379	550	484	274
300,0	22,5	1,8	33,0	3030	0,0641	703	-	484	429	620	546	297

Note / Notes:

Le portate dei cavi unipolari sono state calcolate per tre cavi a trifoglio.
 Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.
Current carrying capacities for single core cables are calculated assuming three cables laying in trefoil formation.
Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.

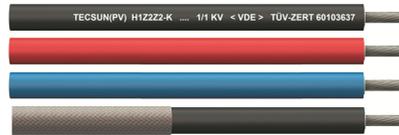


PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI MONREALE (PA), LOCALITA' VALLEFONDI, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 33.2 MWp (potenza in immissione pari a 28 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "VALLEFONDI"

CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
A.9	RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	79

6.6. CAVI CC

TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Application

PRYSMIAN Solar cables TECSUN (PV) H1Z2Z2-K acc. to EN 50618, are intended for use in Photovoltaic Power Supply Systems at nominal voltage rate up to 1,5/1,5kV DC. They are suitable for applications indoor and/or outdoor, in industrial and agriculture fields, in/at equipment with protective insulation (Protecting Class II), in explosion hazard areas (PRYSMIAN Internal Testing). They may be installed fixed, freely suspended or free movable, in cable trays, conduits, on and in walls. TECSUN(PV) H1Z2Z2-K cables are suitable for direct burial (PRYSMIAN Internal Testing), where the corresponding guidelines for direct burial shall be considered.

Global data

Brand	TECSUN(PV)
Type designation	H1Z2Z2-K
Standard	DIN EN 50618
Certifications / Approvals	VDE Approval Mark (<VDE>); TÜV-Certificate nr. 60103637

Notes on installation

Notes on installation Thanks to more than 10 years of positive experience with direct burial, not only according to the internal tests performed, but also to the successful installation in PV plants worldwide, the TECSUN(PV) cables are suitable for direct burial in ground (PRYSMIAN Internal Testing). The corresponding installation guidelines shall be taken in consideration.

Design features

Conductor	Electrolytic tinned copper, finely stranded class 5 in accordance with IEC 60228
Insulation	Cross-linked HEPR 120°C
Outer sheath	Cross-linked EVA rubber 120°C. Insulation and sheath are solidly bonded (Two-layer-insulation)
Outer Sheath Colour	Black, blue, red
Protective Braid Screen	TECSUN(PV) (C) with additional braid made of tinned copper wires (surface coverage > 80%), as a protective element against rodents or impact

Electrical parameters

Rated voltage	DC: 1,5/1,5 kV AC: 1,0/1,0 kV
Max. permissible operating voltage AC	1.2/1.2 kV
Max. permissible operating voltage DC	1.8/1.8 kV
Test voltage	AC: 6,5 kV / DC: 15 kV (5 Min.)
Current Carrying Capacity description	According to EN 50618, Table A-3
Electrical Tests	Acc. to EN 50618, Table 2: <ul style="list-style-type: none"> • Conductor Resistance; • Voltage Test on completed cable (AC and DC); • Spark Test on insulation; Insulation Resistance (at 20°C and 90°C in water); • Insulation Long-Term Resistance to DC (10 days, in 85°C water, 1,8 kV DC); • Surface Resistance of Sheath. PRYSMIAN internal test: <ul style="list-style-type: none"> • Dielectric Strength; • Insulation Resistance at 120°C in air.

TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Chemical parameters

Reaction to fire	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Single Cable Flame Test per EN 60332-1-2; • Low Smoke Emission per EN 61034-2 (Light Transmittance > 70%); • Halogen-free per EN 50525-1, Annex B. <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiple Cable Flame Test per EN 50305-9; • Low Toxicity per EN 50305 (ITC < 3).
Resistance to oil	<p>PRYSMIAN internal test, on sheath:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 24h, 100°C (meets VDE 0473-811-404, EN 60811-404).
Weather resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex E and Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UV Resistance on sheath: tensile strength and elongation at break after 720h (360 Cycles) of exposure to UV lights acc. to EN 50289-4-17, Method A; • Ozone resistance: per Test Type B (DIN EN 50396). <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Water Absorption (Gravimetric) per DIN EN 60811-402.
Acid and alkaline resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex B:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7 days, 23°C (N-Oxalic Acid, N-Sodium Hydroxide) acc. to EN 60811-404.
Ammonia Resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 days in Saturated Ammonia Atmosphere.
Environmentally Friendly	<p>TECSUN(PV) cables comply with the RoHS directive 2011/65/EU of the European Union.</p>

Thermal parameters

Max. operating temperature of the conductor	<p>Max. 90°C at conductor (lifetime acc. to Arrhenius-Diagram TECSUN = 30 years). 20.000 hours of operation at conductor temperature of 120°C (and 90°C ambient temperature) are permitted.</p>
Max. short circuit temperature of the conductor	<p>250 °C (5 s.)</p>
Ambient temperature (for fixed and flexible installation)	<p>Installation and handling: -25°C up to 60°C In operation: -40°C up to +90°C</p>
Resistance to cold	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cold Bending Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-504; • Cold Elongation Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-505; • Cold Impact Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-506 and EN 50618 Annex C.
Damp-Heat Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1.000h at 90°C and 85% humidity (test acc. to EN 60068-2-78).

Mechanical parameters

Max. tensile load	<p>15 N/mm² in operation, 50 N/mm² during installation</p>
Min. bending radius	<p>Acc. to EN 50565-1</p>
Abrasion resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acc. to DIN ISO 4649 against abrasive paper; • Sheath against sheath; • Sheath against metal; • Sheath against plastics.
Shrinkage Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximum Shrinkage <2% (test acc. to EN 60811-503).
Pressure Test at High Temperature	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <50% acc. to EN 60811-508.
Dynamic Penetration Test	<p>Acc. to EN 50618, Annex D:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meets requirements of EN 50618.
Shore-Hardness	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Type A: 85 acc. to DIN EN ISO 868
Durability of Print	<p>Acc. to EN 50618:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Test acc. to EN 50396.
Rodent resistance	<p>Safety can be optimized by utilizing protective hoses, or protective element, such as a metallic screen braid.</p>

Number of cores x cross section	Colour	Part number	Conductor diameter max. mm	Outer diameter min. mm	Outer diameter max. mm	Bending radius fixed min. mm	Weight (approx.) kg/km	Permissible tensile force max. N	Conductor resistance at 20°C max. Ω/km	Current carrying capacity for single cable free in air (60°C ambient temp.) A	Current carrying capacity for single cable on a surface (60°C ambient temp.) A	Short Circuit Current (1s. from 90°C to 250°C) kA
1x1,5	black	20154830	1.6	4.4	5	15	35	23	13.7	30	29	0.21
1x2,5	black	20154650	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	red	20167176	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	blue	20167177	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x4	black	20149014	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	red	20165491	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	blue	20165492	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x6	black	20149015	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	red	20165493	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	blue	20165494	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x10	black	20149016	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	red	20165495	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	blue	20165496	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x16	black	20154857	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	red	20167178	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	blue	20167179	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x25	black	20154858	6.4	10.3	11.2	34	290	375	0.795	176	167	3.58
1x35	black	20154859	7.5	11.7	12.5	50	400	525	0.565	218	207	5.01
1x50	black	20154860	9	13.5	14.5	58	560	750	0.393	276	262	7.15
1x70	black	20156711	10.8	15.5	16.5	66	750	1050	0.277	347	330	10.01
1x95	black	20156712	12.6	17.7	18.7	75	970	1425	0.21	416	395	13.59
1x120	black	20156713	14.2	19.2	20.4	82	1220	1800	0.164	488	464	17.16
1x150	black	20156714	15.8	21.4	22.6	91	1500	2250	0.132	566	538	21.45
1x185	black	20153870	17.4	23.7	25.1	101	1840	2775	0.108	644	612	26.46
1x240	black	20157001	20.4	27.1	28.5	114	2400	3600	0.082	775	736	34.32
TECSUN(PV) (C) H1Z2Z2-K												
1x4 (C)	black		2.4	6	6.6	26.4	90		5.09	55	52	0.57
1x6 (C)	black		2.9	6.5	7.1	28.4	110		3.39	70	67	0.86

Standard delivery length is 500mt. Other lengths are available on request.
All cross sections are also available in red and blue colors.